

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

**ESTUDO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS
EMISSIONS SUBMARINOS**

GUILHERME GRACIOSA PEREIRA

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa
Catarina para Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental

Orientadora – Prof^a. Dr^a Catia Regina Silva de Carvalho Pinto

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO DE 2010

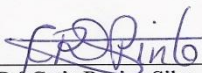
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

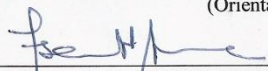
ESTUDO DOS PRÍNCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS EMISSÁRIOS SUBMARINOS


GUILHERME GRACIOSA PEREIRA

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental – TCC II

BANCA EXAMINADORA:


Prof.^a Dr.^a Catia Regina Silva de Carvalho Pinto
(Orientadora)


Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna
(Membro da banca)


Eng.^a Carla de Almeida Moura
(Membro da banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO DE 2010

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minha família pelo incentivo e apoio em todos os momentos, não estaria onde estou sem vocês.

A minha orientadora Catia de Carvalho Pinto, que foi além de me guiar durante esse projeto, me ajudou sempre que foi necessário.

Aos professores do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina pela contribuição na formação pessoal e profissional.

A Carolina Schuler, por tudo.

Aos meus amigos e colegas que sempre estiveram presente em toda minha vida acadêmica, transformando momentos difíceis em detalhes de uma fase inesquecível.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

A importância da qualidade ambiental e suas conseqüências para a qualidade de vida das pessoas é um fator que interessa a todos atualmente, a coleta e tratamento de esgoto sanitário é um item que todas as cidades devem se preocupar em melhorar. Uma alternativa para a destinação final do esgoto sanitário é através de emissários submarinos, ou seja, coletar o esgoto sanitário da cidade, condicioná-lo até um tratamento prévio se necessário, e fazer o lançamento desse esgoto no fundo do mar, considerando que o tratamento final do mesmo se dará pela autodepuração do mar. O impacto ambiental que esse esgoto fará ao meio ambiente é um importante item para avaliar a possível utilização dessa opção. O presente trabalho visa buscar em bibliografias existente sobre esse tipo de disposição final de esgoto os principais impactos ambientais dessa atividade, e propor medidas mitigadoras para esses principais impactos ambientais. Assim como também verificar a legislação vigente no Brasil acerca de emissários submarinos. O Brasil possui várias leis que indiretamente regulam os emissários, porém há necessidade de uma lei específica para um maior controle dos emissários. Os impactos ambientais dos emissários submarinos seguem um padrão, mas que podem sofrer mudanças devido à característica de cada região. Os principais impactos dos emissários são a eutrofização do meio aquático, o aumento da granulometria dos sedimentos, a redução da qualidade dos sedimentos que impactam negativamente o meio ambiente, já a melhora de balneabilidade, e a melhora na qualidade de vida da população podem ser citados como os principais impactos positivos. Para finalizar, os estudos de impactos ambientais que são exigidos pela lei para emissários submarinos são de suma importância e devem continuar a serem exigidos, para que cada projeto possa ser observado em suas particularidades e assim propor medidas atenuadoras adequadas para cada impacto observado antes da construção do mesmo.

Palavras Chaves: Emissário Submarino, Disposição oceânica de esgotos sanitários, Impactos Ambientais, Legislação Ambiental.

ABSTRACT

The importance of the environmental quality and its consequences to the life quality of the people is a factor that concerns everyone now, the collecting and treating sewage is one item that all cities must be sensitive to improve. An alternative to the disposal of sewage is through submarine outfalls, or collect the sewage of the city, conditioning it to a pre-treatment if necessary, and make the release of sewage into the sea, whereas the end of the treatment will happen through the depuration of the sea. The environmental impact that this will bring to the environment is an important item to evaluate the possible use of this option. The present work aims to search in existing bibliographies on this type of sewage disposal the main environmental impacts of this activity, and propose mitigation measures for these major environmental impacts. As well as checking the current legislation in Brazil about submarine outfalls. Brazil has several laws that indirectly regulate the emissaries, but there is a need for specific laws for a greater control of the emissaries. Environmental impacts of submarine outfalls follow a pattern, but that may change due to the characteristic of each region. The main impacts of the emissaries are the eutrophication of the aquatic environment, increasing the size of the sediments, reducing sediment quality that negatively impact the environment, although, improvement of bathing, and improved quality of life may be cited as the main positive impact. To complete, the study of the environmental impacts that are required by law to submarine outfalls are extremely important and should continue to be required for that each project can observed in its own particularity and then propose appropriate attenuation measures for each impact observed before the construction of it.

Keywords: Ocean Outfall, Ocean disposal of sewage, Environmental Impacts, Environmental Legislation.

SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FATMA – Fundação do Meio Ambiente

FLORAM -

FUNASA – Fundação

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos

Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SDO – Sistema de Disposição Oceânica

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo Geral.....	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. Situação do saneamento no Brasil.....	11
3.2. Características e tratamento do esgoto sanitário.....	13
3.3. Definições e funcionamento de emissários submarinos.....	17
3.4. Construção de emissários submarinos.....	19
3.5. Considerações sobre emissário submarino.....	20
3.6. Impactos Ambientais.....	21
3.7. Legislação.....	22
4. METODOLOGIA.....	30
5. RESULTADOS.....	32
5.1. Legislação Vigente.....	32
5.2. Principais Impactos Ambientais.....	41
5.3. Medidas Mitigadoras.....	69
6. CONCLUSÃO.....	73
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

1. INTRODUÇÃO

O esgoto doméstico é um grande problema para as cidades urbanas do mundo de hoje em dia, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico feito pelo IBGE (2000), um pouco mais da metade dos distritos brasileiros possuem rede coletora de esgoto, e das que possuem rede coletora, aproximadamente metade trata o esgoto. Nas cidades que possuem rede coletora e tratamento de esgoto, o esgoto das casas é captado pela rede e levado até uma estação de tratamento de esgoto, e que na maioria dos casos é o tratamento convencional (este com as etapas descritas na resolução do CONAMA nº357/05). Em Florianópolis temos um exemplo desse sistema, onde o esgoto é coletado e levado a ETE Insular que realiza o tratamento. Porém, existem outras alternativas como os emissários submarinos, que fazem a disposição final do esgoto.

Na maioria das vezes, o emissário submarino é uma alternativa de custo mais baixo do que os tratamentos convencionais. Este sistema consiste em uma tubulação que avança em direção ao mar, lançando o esgoto pré-tratado através de dispersores a uma distância considerável da praia, para que a água do mar possa fazer a depuração natural do esgoto.

Porém, apesar da depuração natural do esgoto, os emissários submarinos podem causar alguns impactos ambientais. Impactos ambientais são quaisquer alterações no meio físico, biótico e sócio-econômico provocado por uma atividade. Os impactos ambientais originados pela implantação de emissários submarinos ainda não são

bem claros para a maioria das pessoas, o que causa certas dúvidas sobre a eficiência dessa opção para resolver o problema do esgoto doméstico.

Esse trabalho tem como objetivo levantar os principais impactos ambientais causados pela implantação de emissário submarino como alternativa de disposição final para o tratamento de esgoto. Além de propor medidas mitigadoras para minimização dos principais impactos ambientais negativos. Com isso, deseja-se identificar os principais problemas dos emissários em relação ao meio ambiente, tendo em vista, a importância de uma disposição final do esgoto doméstico sem prejudicar, ou prejudicando minimamente o ambiente. Servindo de apoio a decisões para as pessoas que moram em cidades onde existem, ou há projetos de emissários submarinos. E também as cidades litorâneas que necessitam de alternativas para a disposição final para o esgoto doméstico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Determinar os principais impactos ambientais da implantação de emissários submarinos como alternativa de disposição final para o tratamento de esgoto doméstico.

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar a legislação vigente sobre emissários submarinos e disposição final de esgoto doméstico.
- Propor medidas mitigadoras para os principais impactos observados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Situação do saneamento no Brasil

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2006) saneamento compreende um conjunto de ações sobre o meio ambiente no qual vivem as populações, visando garantir a elas condições de salubridade, que protejam a sua saúde.

O Brasil tem um histórico até a década de 60 de investimentos no saneamento muito pontual e ocasional, o que resultou em um sistema de saneamento inadequado tendo resultados na saúde do povo brasileiro. E de acordo com pesquisas feitas, a falta de esgotamento sanitário é atualmente ainda um grande problema.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE é o principal provedor de dados e informações do país, ele realiza pesquisas em todo o território brasileiro sobre diversas áreas, e uma dessas áreas é o saneamento, onde foi realizada a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico no ano de 2000. Essa pesquisa revelou que muita pouca coisa foi feita de 1989, até 2000, onde em 1989 apenas 47,3% dos municípios existentes possuíam algum tipo de serviço de esgotamento sanitário, e em 2000 esse número mudou para 52,2%, ou seja, um aumento pouco representativo.

Na Tabela 1 abaixo, é possível visualizar a distribuição dos municípios que contém serviços de esgotamento sanitário no Brasil.

Tabela 1 - Proporção de municípios servidos com esgotamento sanitário segundo as grandes regiões – 2000 FONTE: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2000.

Grandes Regiões	Proporção de municípios com serviço de esgotamento sanitário (%)									
	Total		Esfera administrativa							
			Municipal		Estadual		Federal		Particular	
	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000
Brasil	47,3	52,2	35,2	38,4	11,9	14,1	0,7	0,1	0,2	1,0
Norte	8,4	7,1	3,4	3,3	4,0	2,2	0,3	0,0	1,7	1,8
Nordeste	26,1	42,9	22,3	37,9	3,9	5,6	0,6	0,2	0,0	0,6
Sudeste	91,0	92,9	67,6	66,3	22,7	26,8	1,5	0,0	0,2	1,9
Sul	39,1	38,9	28,2	24,5	11,2	15,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Centro-Oeste	12,9	17,9	3,7	7,4	9,2	10,1	0,3	0,0	0,0	0,4

A coleta e o tratamento de esgoto é algo importante para as cidades urbanas do mundo todo. Citando o Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o

Desenvolvimento (RDH 2006), a falta de acesso à água potável e saneamento mata uma criança a cada 19 segundos, em decorrência de diarreia.

Segundo Barros et al (1995), pode-se afirmar que se as condições de saneamento do Brasil fossem mais adequadas, haveria uma substancial melhoria no quadro de saúde da população.

Como o esgotamento sanitário faz parte do saneamento, é perceptível a importância da coleta e disposição final do esgoto para a saúde da população.

A Figura 1 mostra o crescimento da população urbana atendida por esgoto ao longo dos anos, e o crescimento da população urbana ao longo dos anos, visualiza-se que a diferença ainda é grande, o que mostra que são necessários mais investimentos para a coleta e tratamento adequado do esgoto.

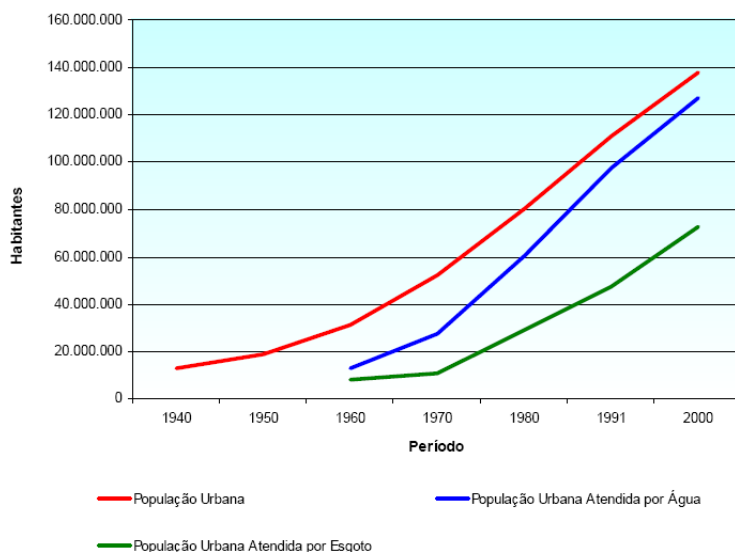


Figura 1 - Evolução dos serviços de saneamento básico, comparativamente ao crescimento populacional. Fonte: ANA, Plano Nacional de Recursos Hídricos, documento base de referência - minuta, 2003

3.2. Características e tratamento do esgoto sanitário

Segundo Corrêa (1994), esgoto doméstico é a descarga líquida proveniente das residências ou instituições, originária dos processos usuais da vida, não resultante de atividades comerciais, industriais ou agrícolas. Sendo assim, o tratamento desse esgoto doméstico é feito pelo poder público, e há várias maneiras de ser tratado esse esgoto doméstico.

Já o esgoto sanitário, segundo Nuvolari (2003), é constituído de águas servidas, coletadas nas áreas residenciais, comerciais e institucionais, de uma determinada cidade, que podem, ou não, receber efluentes industriais.

O esgotamento sanitário pode ser feito de duas maneiras, que é de forma individual e de forma coletiva: no individual a solução do problema do esgoto é dada no próprio local através de fossa, tanque séptico com sistema de infiltração entre outros; no coletivo a rede coletora capta o esgoto das residências e o conduz até a disposição final. Ainda há dois tipos de sistemas coletivos, que são os sistemas combinado, onde a água de chuva e o esgoto sanitário são transportados até o destino final na mesma canalização, e o sistema separador, em que a água da chuva e o esgoto sanitário são transportados em canalizações diferentes. O sistema separador é o mais comum de ser ver nas cidades brasileiras.

Segundo Von Sperling (2005), os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos. Portanto é devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar o esgoto.

Abaixo está a Figura 2 retirada de Campos (1999), onde em forma de gráfico mostra a variação da vazão diária de esgoto:

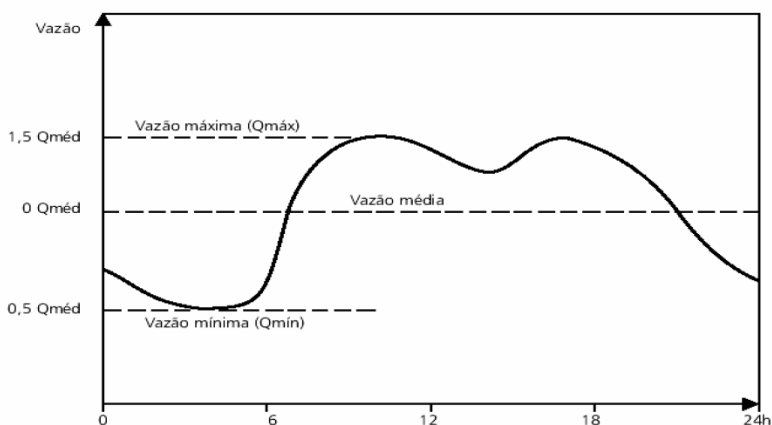


Figura 2 - Variação da vazão diária de esgoto

De acordo com a Fundação Nacional do Saneamento – FUNASA (2004), as características físicas principais dos esgoto sanitário são:

- Temperatura: em geral, é pouco superior à das águas de abastecimento. A velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura;
- Odores: são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico de esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico;
- Cor e turbidez: indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor preta é típica do esgoto velho;
- Variação de vazão: depende dos costumes dos habitantes. A vazão doméstica do esgoto é calculada em função do consumo médio diário de água de um indivíduo. Estima-se que para

cada 100 litros de água consumida, são lançados aproximadamente 80 litros de esgoto na rede coletora, ou seja, 80%.

Já em relação as características químicas do esgoto segundo a FUNASA (2004), temos que:

- Matéria orgânica: cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica, geralmente esses compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, e algumas vezes com nitrogênio. São substâncias como proteínas, carboidratos, gorduras e óleos, além de uréias, etc;
- Matéria inorgânica: é formada principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas.

Em relação às características biológicas do esgoto, a FUNASA (2004) cita que são:

- Microorganismos de águas residuais: os principais microorganismos encontrados são as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas. E dentro desses grupos as bactérias são os mais importantes, por serem responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas estações de tratamento;
- Indicadores de Poluição: são vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar a poluição de origem humana adotam-se os organismos do grupo coliformes como indicadores. As bactérias coliformes são típicas do intestino humano e de outros animais de sangue quente e estão presentes nas fezes humanas, e também são de simples determinação.

Um tipo de medição feito no esgoto é a Demanda Biológica de Oxigênio – DBO, que segundo a FUNASA (2004), é a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto ou em outras palavras; medir a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica com a cooperação de bactérias aeróbias.

É importante lembrar, que quanto maior a DBO, maior é o grau de poluição desse esgoto, e que os esgotos domésticos, segundo Von Sperling (2005) a DBO típica do esgoto é de 300mg/l.

Existem diversas maneiras e níveis de se tratar o esgoto, os níveis de tratamento são:

- Preliminar;
- Primário;
- Secundário;
- Terciário.

O tratamento preliminar tem como objetivo a retirada de sólidos grosseiros, como areia e materiais de maiores dimensões. Já o tratamento primário é realizado para a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica por consequência. No tratamento secundário o objetivo é a remoção de matéria orgânica e casualmente de nutrientes. O tratamento terciário é feito para a retirada de poluentes específicos, que o tratamento secundário não conseguiu remover de maneira eficaz.

Segundo Von Sperling (2005), uma ETE está associada ao maior nível existente de tratamento da estação, assim uma ETE composta por tratamento preliminar, tratamento primário, e tratamento secundário, é classificada como uma ETE de nível secundário. Mas é possível que uma estação de tratamento de esgoto de nível secundário não possua tratamento primário, ou seja, a etapa antes do tratamento secundário seria o tratamento preliminar, esta etapa é obrigatória em uma ETE de qualquer nível, seja ela primário, secundário, ou terciário.

O tratamento preliminar que retira os sólidos grosseiros e as areias é feito por meio de grades ou peneiramentos, caixa de areia (desarenador), e também medidores de vazões. Esses mecanismos básicos são de ordem física.

No caso do tratamento primário, que como já dito anteriormente se destina a remoção dos sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes, são principalmente os decantadores, chamados de decantadores primários, esses que podem ter sua eficiência aumentada com a utilização de coagulantes, onde o tratamento se denomina: tratamento primário avançado.

Já no tratamento secundário existem vários tipos, e a essência do tratamento secundário é a inclusão da etapa biológica, inexistente no tratamento primário e preliminar.

Segundo Von Sperling (2005), os tratamentos secundários mais comuns são:

- Lagoas de estabilização e variantes;

- Processos de disposição no solo;
- Reatores Anaeróbios;
- Lodos Ativados e variantes;
- Reatores aeróbios com biofilmes;

No tratamento terciário pode-se objetivar a retirada de nutrientes, ou a remoção de organismos patogênicos. A remoção de organismo patogênicos no tratamento de esgoto pode ser do tipo natural, através de lagoa de maturação ou lagoa de polimento; ou artificial com cloração, ozonização, radiação ultravioleta, entre outros.

3.3. Definições e funcionamento de emissários submarinos

Os emissários submarinos são uma alternativa ao tratamento do esgoto sanitário para as cidades litorâneas, no caso do Brasil, que segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2007) possui, aproximadamente, 8000 km de costa e grande parte de suas metrópoles situadas à beira-mar. É uma alternativa a ser levada em consideração.

De acordo com a CETESB (2004), os emissários submarinos se constituem de uma longa tubulação, assentada no fundo marinho e que em seu trecho final atinge grandes profundidades, onde ocorre o lançamento dos esgotos por meio de vários orifícios (difusores) permitindo, assim, uma diluição eficaz do efluente lançado.

O esgoto lançado sofre o processo de depuração natural, que de acordo com Lemaire & Lemaire (1975), depuração natural ou autodepuração é o processo biológico natural de depuração dos poluentes orgânicos de um meio aquático. Depende dos microorganismos presentes (bactérias, algas, fungos, protozoários), das possibilidades de oxigenação e reoxigenação, da atmosfera e da luz (fotossíntese).

Ou ainda segundo Von Sperling (2005), o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes.

Na Figura 3 pode ser observado o sistema de um emissário submarino:

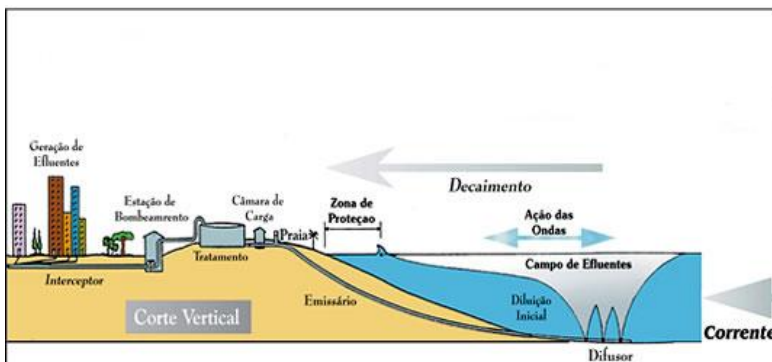


Figura 3 - Esquema de um sistema de disposição oceânica. Fonte: CETESB (2004)

Os difusores dos emissários submarinos jogam o efluente com uma velocidade alta no mar, esses difusores são orifícios, que podem ser simplesmente buracos feitos na própria tubulação que está levando o esgoto, ou até tubulações fixadas no tubo, de maneira que a tubulação fique fixada verticalmente, deixando o esgoto fluir desta de maneira perpendicular ao fundo do oceano.

A figura 4 mostra três tipos de difusores existentes, onde em vermelho está a tubulação, em verde os orifícios ou tubulações verticais (risers), e os difusores em forma de “T” em azul:

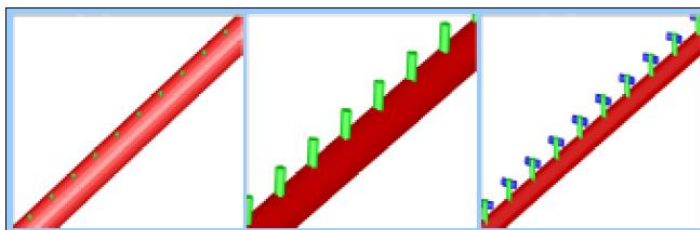


Figura 4 - Configurações geométricas do sistema difusor. Fonte: CETESB (2004).

O diâmetro dos difusores deve ser calculado visando uma taxa de diluição eficiente, sendo o ideal que o esgoto possa sair com uma vazão igual para todos os orifícios (apesar de isso não ocorrer na prática). Além de que é importante garantir uma velocidade ao efluente para que o jato saia com uma velocidade elevada dos difusores devido à

possível intrusão da água do mar ou sedimentos do fundo do mar nos difusores que não é desejado. De acordo com Wilkinson e Wareham (1996), essa velocidade mínima é de 0,7 m/s.

Mas segundo a CETESB (2004), para expurgar a cunha salina que poderá adentrar na tubulação, geralmente através dos orifícios mais afastados da margem, e causar um entupimento parcial, diminuindo a eficiência do sistema, é necessário bombear o efluente com uma velocidade da ordem de 1,5m/s, pelo menos uma vez por semana durante 15 segundos.

3.4. Construção de emissários submarinos

Para um bom funcionamento dos emissários submarinos os projetos do mesmo devem sempre levar em consideração o local mais adequado para a colocação da tubulação e o difusor, que pode ser definido através de modelagens computacionais, a fim de garantir a boa diluição e conseqüentemente a depuração natural do esgoto. Outros fatores importantes são o material que será utilizado para a tubulação, as técnicas construtivas do emissário, a manutenção e operação do sistema, além do fator ambiental, que é o monitoramento ambiental para averiguar o bom funcionamento do emissário em equilíbrio com o ambiente minimizando os impactos.

Os primeiros dados a ser levantado pra o planejamento segundo a CETESB (2004) são:

- Topografia, hidrografia e geomorfologia do leito de fundo do corpo d'água, para determinar a rota de instalação do emissário;
- Dados de maré e ventos, os quais são imprescindíveis para determinar a melhor técnica de instalação e estabilização da estrutura física do emissário submarino;
- Dados de corrente e perfis de salinidade e de temperatura da coluna d'água, utilizados para determinar a localização e configuração de difusores, e a estabilidade física do emissário.

A escolha do material da tubulação é muito importante, e ainda segundo a CETESB (2004) será em função do custo do projeto, do terreno do leito de fundo e das condições hidrodinâmicas do ambiente,

sendo os materiais mais comuns: aço carbono, concreto reforçado e PEAD (polietileno de alta densidade).

Com relação às técnicas construtivas dos emissários, de acordo com Ortiz e Fortis (2004) existem basicamente três técnicas construtivas:

- Float-and-sink: aplicado para tubos de PEAD, onde, sob praticamente qualquer condição hidrodinâmica, são rebocados por grandes extensões pela superfície da água e em seguida submergidos, assentados e ancorados, com relativa facilidade e grande precisão;
- Pulling/bottom pull: utilizado para tubos de aço revestidos com concreto, onde a tubulação é puxada rente ao leito de fundo com força de empuxo negativa controlada;
- Pipe-by-pipe: para tubos de concreto, onde através de estruturas móveis similares a um guindaste apoiadas sobre trilhos, percorrem toda extensão da rota, assentando tramo por tramo de tubo.

3.5. Considerações sobre emissário submarino

Normalmente, antes da disposição no oceano através do emissário submarino, o esgoto recebe um pré-tratamento, porém em alguns casos pode receber até tratamento secundário antes da disposição.

De acordo com a CETESB (2007), esta solução para o esgoto embora traga muitos benefícios para a qualidade das praias na medida em que afasta o esgoto das mesmas, pode também trazer prejuízos ambientais se estes sistemas não forem bem dimensionados e operados.

O monitoramento do efluente da saída da estação de tratamento, da qualidade da água do mar na zona de influência, e dos sedimentos na zona de influência dos emissários é importante para o controle ambiental, e de preferência de maneira periódica.

É importante ressaltar as vantagens e desvantagens da implantação desse tipo de disposição final de esgoto sanitário que é o emissário submarino, segundo a CETESB (2007) são as seguintes:

Vantagens: eficiência na disposição e tratamento do esgoto doméstico; não causa poluição visual e problemas de odor (exceto na zona de mistura); custo de manutenção menor;

requer poucos funcionários para a operação; gasto menor em energia elétrica; o problema da disposição do lodo é menor; custo de capital menor ao longo da vida útil.

Desvantagens: dificuldade na construção do emissário; danos estruturais podem ser difíceis de reparar; pode oferecer risco a navegação e pesca; é difícil de detectar descargas tóxicas ilegais; pode resultar em perda potencial da qualidade da água (na zona de mistura); requer estudos de monitoramento costeiro e inspeção subaquática; pode reunir objeções de ambientalistas e outros grupos.

Há emissários em vários estados brasileiros, como na Bahia, Santa Catarina, Rio de Janeiro, mas segundo a CETESB (2007), a grande maioria dos emissários sanitários submarinos do Brasil encontra-se no estado de São Paulo. Existindo 7 sistemas de disposição oceânica em operação na costa paulista.

3.6. Impactos Ambientais

De acordo com a Resolução nº001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: à saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”*.

Pode-se definir impacto ambiental também como Tommasi (1994) que define impacto ambiental como uma alteração física ou funcional em qualquer um dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ou desfavorável ao ecossistema ou à sociedade humana.

Segundo a NBR ISO 14001 (1996), impacto ambiental é conceituado como sendo qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Já a avaliação de impacto ambiental segundo Oliveira (2005), tem por fim identificar, prever, interpretar e transmitir informações, acerca das consequências de qualquer ação antrópica (embora se possa

adaptar a processos naturais) sobre a saúde e o bem estar do homem, numa perspectiva espaço-temporal.

Por fim, IAIA (1999), define avaliação de impacto ambiental, simplesmente, como sendo o processo de identificar as conseqüências futuras de uma ação presente ou proposta.

Existem vários métodos de avaliação de impacto ambiental, mas segundo Bastos e Almeida (1999) é importante selecionar metodologias onde seus princípios possam ser usados e quando necessários, adaptados as condições de cada estudo e cada local.

Dentre os mais usuais podemos citar: os métodos Ad-Hoc (Método Espontâneo); Listas de Controle (Check-List); Matrizes ou Matrizes de Interação; Redes de Interação; Superposição de Mapas (*Overlay*); Sistema Battelle-Collumbus; Modelos de Simulação; Análise Multicritério; Sistemas Especialistas; Diagrama de Fluxo; e Projeção de Cenários.

Para avaliar os impactos ambientais dos emissários submarinos pode ser utilizado algum dos métodos citados anteriormente. Para conhecimento, segundo a CETESB (2007), os possíveis impactos ambientais gerados do lançamento do esgoto sanitário são, por exemplo, a contaminação microbiológica, o acréscimo de matéria orgânica no meio marinho, o aumento da turbidez e o enriquecimento por nutrientes, que pode levar à eutrofização. Porém uma forma de minimizar os impactos dos emissários é fazer um tratamento primário, secundário, ou ainda até terciário, antes da disposição oceânica.

3.7. Legislação

A Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) define, no seu primeiro artigo, a água como um bem de domínio público. O decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, também conhecido como Código das Águas, fala em seu primeiro artigo que as águas públicas são de uso comum, e no seu artigo segundo, define os mares territoriais, nos mesmos incluídos os golfos, baías, enseadas e portos, como sendo de uso comum.

Não existem leis específicas para emissários submarinos, porém há leis, normas e resoluções que regulam o meio ambiente para população, começando pela Constituição Federal vigente que entrou em vigor em 1988, onde o saneamento básico passou a ser da competência da União, dos Estados e dos municípios, citando o Art. 23º, inciso IX da Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988:

“Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;”.

Nesse artigo da constituição fica claro a responsabilidade do poder público em propiciar uma condição de saneamento adequada às pessoas, ou seja, um sistema de esgoto eficiente para o bem estar das pessoas.

No Art. 225º ainda da mesma constituição, dispõe que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida. O artigo ainda incumbe o poder público a assegurar esse direito do cidadão, citando a seguinte frase no inciso IV *“exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”*. Por isso é tão importante a definição de impacto ambiental, e onde os emissários submarinos são considerados uma atividade potencialmente causadora de impacto ambiental. Ainda no mesmo artigo, § 4º, ele defini a zona costeira do país como um patrimônio nacional, e que a utilização desse sistema será fará dentro da lei com estudos ambientais, como cita *“A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”*.

Assim, para manter o equilíbrio do meio ambiente, o poder público possui órgãos públicos a níveis federais, estaduais e municipais, como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) – nível federal, FATMA (Fundação do Meio Ambiente) – nível estadual (SC), ou FLORAM (Fundação Municipal do Meio Ambiente) - nível municipal (Florianópolis). Esses órgãos do governo são responsáveis pelas Licenças Ambientais, que é uma da maneira que o governo possui para proteger o meio ambiente. Segundo Mukai (1992), o licenciamento ambiental é uma das manifestações de poder de polícia do Estado.

Para garantir o que está escrito na constituição em relação ao meio ambiente, o poder público conta com a Política Nacional do Meio Ambiente de 1981 (lei nº 6.938), que no seu artigo 9º que defini os

instrumentos da mesma, e que no inciso IV desse artigo citou: “*o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras*”. E ainda garantindo em outros artigos que qualquer atividade potencialmente poluidora dependerá da autorização prévia do órgão competente ambiental.

Para a execução dessa lei, o governo lançou em 1990 o Decreto 99.274/90, que regulamentou a Lei 6.938, nessa lei o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) ficou com a responsabilidade de estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

O CONAMA por sua vez definiu o licenciamento ambiental através da resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997, como sendo “*Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.*”.

Com esse procedimento administrativo, é possível adquirir a licença ambiental também descrita na resolução, e que só com essa licença o empreendimento que utiliza recursos naturais, ou causa degradação ambiental, pode se instalar, ampliar, ou operar.

Existem três tipo de licenças que podem ser concedidas pelo poder público, que são:

- Licença Ambiental Prévia (LAP): é autorizada ainda no planejamento do empreendimento ou atividade, onde são observados os planos dos poderes públicos com relação a área de ocupação e de informações básicas a serem atendidas na fase de localização, instalação e operação. Atestando assim sua viabilidade no local e estabelecendo critérios e condicionantes para as próximas etapas. A LAP não autoriza a construção da obra, e sim, a viabilidade ambiental da obra.

- Licença Ambiental de Instalação (LAI): a solicitação da LAI só inicia após a LAP ser emitida pelo órgão responsável. Nessa fase, o projeto físico e operacional do empreendimento deve ser disponibilizado ao órgão para análise com todos os detalhamentos e programas de monitoramentos e controle ambiental necessários. Além disso, nesta etapa todas as restrições imposta na LAP devem ser

atendidas. Após a emissão da LAI o empreendimento pode começar sua instalação.

- Licença Ambiental de Operação (LAO): após as verificações de todas as exigências feitas nas duas etapas anteriores, principalmente ao atendimento das condições e restrições ambientais, essa licença autoriza a operação do empreendimento e tem um prazo de validade determinado de 4 a 10 anos.

Para analisar e definir se emite ou não a licença, o órgão responsável pelo licenciamento pode fazer uso de estudos ambientais que são pedidos ao solicitante da licença, e que é definido na resolução do CONAMA 237/97, como sendo: *“Estudos Ambientais: são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco”*.

Há diversos tipos de estudo ambientais, como o EIA/RIMA (Estudo de impacto ambiental e seu respectivo relatório de impacto ambiental), PBA (Projeto Básico Ambiental), EVA (Estudo de Viabilidade Ambiental), RAP (Relatório Ambiental Prévio), EAS (Estudo Ambiental Simplificado), EIV (Estudo de impacto de vizinhança), entre outros.

Porém, atividades de significativo impacto ambiental, como o emissário submarino, requerem o EIA/RIMA, que é o Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental. A resolução do CONAMA 001/86, deixa clara a necessidade de EIA para os emissários no Art. 2º que defini as atividades que requerem EIA, *“Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA eIn caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:”*. E no inciso V desse mesmo artigo: *“V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;”*.

O EIA é um estudo realizado por uma equipe multidisciplinar que contém informações gerais do empreendimento, bem como sua descrição. Ele contém os diagnósticos ambientais do meio físico, biológico e socioeconômico. Além de possuir também a análise dos

impactos ambientais do projeto e de suas alternativas. Do EIA, é feito o RIMA, um relatório mais simplificado e objetivo para a compreensão da população em geral, pois uma etapa do EIA é a consulta a população através de Audiências Públicas que são publicadas em jornais e outros meios de comunicação.

Os emissários submarinos lançam o efluente no fundo do mar, uma água com salinidade alta, como águas salinas ou salobras. De acordo com a resolução do CONAMA 357/05, as águas salinas são aquelas que possuem salinidade igual ou superior aos 30‰, e as águas salobras uma salinidade acima de 0,5‰ e abaixo de 30‰. E classifica as águas salinas em classes descritas a seguir:

Classe Especial – destinada à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;

Classe 1 – águas destinadas a recreação de contato primário, proteção da comunidade aquáticas, e a aquicultura e atividade de pesca;

Classe 2 - águas destinadas a pesca amadora e a recreação de contato secundário;

Classe 3 – destina a navegação e harmonia paisagística.

Devido ao fato de as águas marinhas ainda não terem sido classificadas os padrões de qualidade para o lançamento de esgoto deve seguir aos da Classe 1.

Os padrões de lançamento podem ser observados na Tabela 2, e na Tabela 3 os padrões microbiológicos para as classes de água salina.

Tabela 2 - Padrões de qualidade para as classes de águas salinas. Fonte: CETESB(2007) .

Composto	Águas Salinas		
	Classe 1 (mg/L)	Classe 2 (mg/L)	Classe 3 (mg/l)
Oxigênio Dissolvido	6,00	5,00	4,00
Carbono Orgânico Total	3,00	5,00	10,00
Nitrogênio Amoniacal	0,40	0,70	-
Nitrito	0,07	0,20	-
Nitrato	0,40	0,70	-
Fósforo	0,062	0,093	-
Polifosfato	0,031	0,046	-

Tabela 3 - Padrões microbiológicos para as classes de águas salinas. Fonte: CETESB(2007).

Classes	Recreação de contato primário	Cultivo de moluscos bivalves	Recreação de contato secundário	Demais usos
Classe 1	< 1000 em 80% < 2500 em 90%	< 43 em 80% < 88 em 90%	< 1000 em 80%	< 1000 em 80%
Classe 2	-	-	< 2500 em 80%	< 2500 em 80%
Classe 3	-	-	-	< 4000 em 80%

A resolução do CONAMA ainda estabelece outros fatos importantes a serem destacados para as águas salinas de classe 1, como por exemplo, a não verificação de efeito toxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido. Ou ainda sobre materiais flutuantes, óleos e graxas, substancias que produzem odor e turbidez, corantes provenientes de fontes antropicas, e resíduos sólidos objetáveis, esses devem ser virtualmente ausentes. E que o pH deve ser de 6,5 a 8,5, sendo que o pH natural não pode ter uma variação maior que 0,2 de unidade.

Em Santa Catarina, em 13 de abril de 2009, foi sancionada a Lei° 14.675 que institui o código estadual do meio ambiente, nesse

código o artigo 177º fala que: “*Os efluentes somente podem ser lançados direta ou indiretamente nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e na beira-mar quando obedecidas às condições previstas nas normas federais e as seguintes:*”. As condições descritas na lei são as seguintes:

- pH: entre 6,0 e 9,0;
- “*Os lançamentos subaquáticos em mar aberto, onde se possa assegurar o transporte e dispersão dos sólidos, o limite para materiais sedimentáveis será fixado em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado;*”
- Ausência de materiais flutuantes visíveis;
- Concentrações máximas dos seguintes parâmetros mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Quadro com concentrações máximas de parâmetros definida pelo código estadual ambiental

óleos vegetais e gorduras animais	30,0	mg/L
cromo hexavalente	0,1	mg/L
cobre total	0,5	mg/L
cádmio total	0,1	mg/L
mercúrio total	0,005	mg/L
níquel total	1,0	mg/L
zinco total	1,0	mg/L
arsênio total	0,1	mg/L
prata total	0,02	mg/L
selênio total	0,02	mg/L
manganês + 2 solúvel	1,0	mg/L
fenóis	0,2	mg/L
substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno	2,0	mg/L
compostos organofosforados e carbamatos	0,1	mg/L
sulfeto de carbono, etileno	1,0	mg/L
outros compostos organoclorados	0,05	mg/L

Portanto, qualquer emissário submarino que lance esgoto localizado no estado de Santa Catarina deve respeitar esses padrões citados acima, e possuir estudos de impactos ambientais para a mitigação de seus impactos, respeitando todo o processo de licenciamento previsto em lei.

4. METODOLOGIA

Essa pesquisa visa determinar os principais impactos ambientais de emissários submarinos, e para realizar esse objetivo principal e outros já definidos, foi realizada uma pesquisa exploratória, para obtenção de um maior entendimento do assunto, visando esclarecer todos os pontos e atingir o objetivo de maneira mais precisa possível.

Segundo Theodorson (1970), pesquisa exploratória é um estudo preliminar em que o maior objetivo é se tornar familiar com o fenômeno que se quer investigar, de maneira que o principal objetivo a seguir será planejado com grande entendimento e precisão.

A pesquisa exploratória para Mattar (1996) é apropriada para os primeiros estágios da investigação quando a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno por parte do pesquisador são, em geral, insuficientes ou inexistentes. O que torna a pesquisa exploratória particularmente muito útil quando se tem noção muito vaga do problema.

Para Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica segundo Gil (2002) é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

De acordo com Gil (2002), o estudo de caso é um estudo exaustivo e aprofundado de um ou alguma situação em particular ou de um ambiente, de maneira a permitir o amplo e detalhado conhecimento deste.

Sendo assim, a pesquisa exploratória desse trabalho foi realizada de forma como uma pesquisa bibliográfica, que utilizou estudos de casos para atingir seus objetivos e exemplificar/demonstrar as conclusões. A pesquisa bibliográfica é de extrema importância, pois através dela foram realizadas as análises e conclusões sobre o assunto.

Para realizar essa pesquisa foi feito um levantamento de toda a legislação vigente no Brasil, considerando todas as leis relacionadas direta ou indiretamente aos emissários submarinos, em todas as esferas: municipal, estadual, e federal. Além de uma busca sobre resoluções em órgãos como CONAMA e ANA, que atuam diretamente na área ambiental.

A pesquisa também utilizou estudos ambientais já produzidos ao longo do tempo para o licenciamento ambiental de emissários em funcionamento ou em implantação.

5. RESULTADOS

Os resultados da pesquisa feita sobre os principais impactos dos emissários submarinos serão divididos em três itens: Legislação vigente sobre emissários, principais impactos ambientais, e medidas mitigadoras. Esses itens serão apresentados a seguir respectivamente como na ordem que foram colocados.

5.1. Legislação Vigente sobre Emissários Submarinos

Segundo a CETESB (2007), *“Embora não exista uma legislação específica para o controle dos lançamentos de emissários submarinos, a legislação ambiental existente tem sido instrumento importante para avaliação desses empreendimentos e da qualidade das águas marinhas”*. Então os emissários submarinos não possuem uma lei específica para sua implantação ou operação, as leis que são respeitadas para a construção de um emissário são leis que definem aspectos gerais, como por exemplo, o padrão de lançamento de efluentes em rios e mares, licenciamento ambientais, transporte e tratamento de esgotos sanitários, entre outros.

Em nível nacional, há o Código de Águas (Decreto nº 24.643 de 10 de Julho de 1934), que no seu segundo artigo define os mares territoriais, nos mesmos incluídos os golfos, baías, enseadas e portos; como sendo águas de uso comum, o que impossibilita a colocação de emissários submarinos em uma baía ou enseada que seja exclusivo para tal.

Outra lei que não é especificamente voltada para emissários submarinos, mas deve ser observada para sua construção e operação é a Constituição Nacional Brasileira vigente, que diz no Art. 225º: *“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”* E no inciso IV desse mesmo artigo determinar também: *“exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”*.

Pelo Decreto 99.274/90, uma atividade que é potencialmente poluidora ou causadora de degradação ambiental deve possuir um prévio licenciamento ambiental dos órgãos ambientais competentes para a

construção, instalação, ampliação ou funcionamento. As licenças concedidas à parte interessada de construir um emissário submarino são a licença prévia, a licença de instalação, e a licença de operação.

Antes de ser concedida a licença prévia, o interessado na instalação do emissário submarino já deve apresentar informações sobre o local de lançamento do despejo que justifiquem a escolha da disposição oceânica e do local de lançamento quanto a dispersão do esgoto sanitário garantindo o comprometimento dessa águas.

A cerca dos prazos de validade da licença segundo o artigo 18º, da Resolução nº237/97 do CONAMA:

- Licença Prévia: prazo não superior a 5 anos.
- Licença de Instalação: prazo não superior a 6 anos.
- Licença de Operação: prazo não maior que 10 anos.

Sendo que o órgão responsável pelo licenciamento deve estabelecer o prazo de duração da licença, atendendo os prazos máximos descritos acima.

No estado do Rio Grande do Norte, o IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio grande do Norte, órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental, possui uma Instruções Técnicas para Apresentação de Projetos de Emissários Submarinos de Efluente Líquidos, para a aquisição das licenças ambientais (LP, LI, e LO).

Nesta instrução, o IDEMA instrui aos empreendimentos sobre documentos e considerações para que se possa fazer o pedido das licenças ambientais do emissário. Na Licença Prévia, o empreendedor deve apresentar os documentos não técnicos, que são documentos básicos, como: documentos da Pessoa Física ou Jurídica, documentos que comprovam a legalidade do uso da área para a instalação do empreendimento, autorização da Capitania dos Portos para construção da obra. Já os documentos técnicos, o empreendedor deve respeitar o Decreto nº 5.300 de 2004, que regulamenta a Lei ° 7661, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. Sendo assim, os documentos técnicos que deverão ser apresentados, são:

- Memorial Descritivo da Área do Projeto e Descrição Sucinta do Empreendimento;
- Planta de Localização;

- Planta Planialtimétrica(apenas quando solicitada pelo órgão ambiental);
- Cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento.
- Estudo Ambiental (EIA/RIMA, RCA, RAS, outros.).

O IDEMA ainda lembra que todas as plantas, projetos e estudos ambientais deverão estar acompanhados das Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) de todos os projetos (engenharia, ambiental), e que a qualquer momento o órgão ambiental pode solicitar documentos ou informações caso julgue necessário.

Para a LI, os projetos e programas apresentados na fase anterior para a obtenção da LP, deverão ser implantados da maneira que foi determinada. Além de agora também o empreendedor ter que apresentar o projeto do empreendimento acompanhado dos Memoriais Descritivos de funcionamento e de cálculo, plantas, cortes e detalhes. Juntamente com o cronograma físico da implantação do empreendimento, além de outros estudos ambientais se necessários. Lembrando que a implantação do emissário submarino só poderá ser iniciada após a emissão da LI.

Para a LO, são exigidas a licença de instalação, o requerimento da licença, a planta de localização do emissário construído e outros documentos necessários, além da comprovação do cumprimento das condicionantes estabelecidas anteriormente, para enfim o emissário receber a licença para seu funcionamento.

O processo de licenciamento, com as exigências de documentos, orientações e avisos do órgão ambiental do estado do Rio Grande do Norte, pode se tomar como base para o licenciamento em outros estados, pois o licenciamento ambiental de um emissário deve seguir praticamente as mesmas exigências, porém observando as leis estaduais e municipais do local onde será instalado o emissário.

Pela Resolução do CONSEMA nº 003/2008, onde é alterada a listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela FATMA e a indicação do estudo adequado para o caso, no Anexo I desta resolução está a listagem dessas atividades, em que entre elas está emissários e/ou dutos de efluentes brutos, indicando o porte e o estudo exigido mostrado a seguir:

Porte Pequeno - com vazão menor ou igual a 30 l/s (estudo necessário: EIA).

Porte Médio – com vazão entre 31 l/s à 180 l/s (estudo necessário: EIA).

Porte Grande – com vazão igual ou superior à 180 l/s(estudo necessário: EIA).

Como o emissário submarino que lança esgoto com pré-tratamento ou sem pré-tratamento está listado como uma atividade de potencial fonte poluidora para a área onde será instalado, ou seja, deve ser alvo de um estudo de impacto ambiental prévio independente do porte do mesmo, a fim de garantir um meio ambiente equilibrado, e assim conseguir um licenciamento ambiental para o projeto específico.

E ainda no decreto 99.274/90, no o Art. 17, inciso 1º, defini que os estudos de impactos ambientais devem abordar certos itens além de outros definidos pelo CONAMA, os itens são: diagnostico ambiental da área, descrição da ação proposta e suas alternativas, e a identificação, análise e previsão dos impactos ambientais significativos.

Segundo a resolução nº 001/86 do CONAMA no seu artigo 6º, estabelece o desenvolvimento das atividades técnicas que um estudo de impacto ambiental deve apresentar, sendo elas:

- Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando os meios físico, biológico e ecossistemas naturais, e sócio-econômico.
- Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.
- Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

- Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Entre as atividades mínimas que o estudo de impacto ambiental desenvolverá está a medida mitigadora, que é de extrema importância para a redução dos impactos ambientais negativos, também aplicados na questão dos emissários submarinos, a fim de reduzir os possíveis impactos previstos.

Outro fator importante é em relação à publicidade desse estudo, antes de serem concedidas todas as licenças ambientais para o emissário submarino é necessário a sua divulgação na comunidade para a aprovação da mesma, isso é feito através das audiências públicas que são anunciadas em jornais de grande circulação, rádio e outros meios de comunicação. Citando a resolução do CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997, no qual seu Art. 3º fala: “A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

Para o licenciamento ambiental a audiência pública é um item importante, pois é na audiência pública, onde devem participar a comunidade em geral, os responsáveis pela instalação do emissário, e membros do órgão fiscalizador (FATMA, IBAMA...), a fim de chegar a um consenso sobre o empreendimento, para mais uma vez, garantir que todos possam ter um meio ambiente de qualidade.

A maneira como o estudo é apresentado para a sociedade é através de Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), que é uma forma mais simplificada e objetiva do estudo de impactos ambientais, que apresenta os pontos fundamentais do estudo.

Em Florianópolis-SC, onde a CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) possui um projeto de emissário submarino para o norte da ilha, mais precisamente na praia dos Ingleses, há um relatório de impacto ambiental disponível para a população que faz parte do processo de licenciamento no qual a empresa tenta conseguir as licenças para a construção do emissário. O órgão responsável pelo processo de licenciamento é a FATMA.

Outra lei ligada ao tratamento e transporte de esgoto sanitário é a Resolução nº 377/06 do CONAMA, que dispõe sobre o licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitários. No Art. 1º desta resolução, se estabelece que unidades de transporte e de tratamento de esgoto sanitário de pequeno e médio porte ficam sujeitos a procedimentos simplificados de licenciamento ambiental. Sendo que este procedimento simplificado não se aplica caso o emissário esteja numa área ambientalmente sensível.

A resolução ainda define as unidades de transporte de esgoto de pequeno porte, como emissários de vazão de projeto menor ou igual a 200l/s, e unidades de transporte de médio porte, onde se encaixam emissários com uma vazão de projeto maior que 200l/s e menor que 1000l/s.

E sobre as unidades de tratamento, que de pequeno porte é toda estação de tratamento de esgoto com vazão nominal de projeto menor ou igual a 50l/s ou com capacidade de atendimento de 30 mil habitantes. E as de médio porte, que são aquelas com vazão nominal de projeto maior que 50l/s e menor ou igual a 400l/s, com capacidade de atendimento superior a 30 mil habitantes e inferior a 250 mil habitantes.

E pelo Art. 4º da mesma resolução, emissário de pequeno porte estaria sujeito ao processo de licenciamento simplificado que concede uma Licença Ambiental Única de Instalação e Operação – LIO, que no Art. 2º da Resolução 377/06 do CONAMA, é definida como um ato administrativo único que autoriza a implantação e operação de empreendimento. Porém desde que regulamentado pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente.

Em Santa Catarina, existe a Lei 14.675 de 2009, que dispõe também sobre emissários submarinos de efluentes tratados, onde no Art. 177º autoriza o lançamento de efluentes de forma direta ou indireta nos corpos de águas interiores, lagunas, estuários, e na beira-mar quando obedecidas as condições da norma federal e desta mesma lei.

Portanto um emissário que deseja obter as licenças ambientais para sua instalação e funcionamento deverá garantir as condições de lançamento de acordo com o corpo receptor e os padrões descritos na Res. 357/06 do CONAMA, e também atender os padrões de lançamento da Lei 14.675/09 do estado de Santa Catarina. Verificar em que padrão o emissário submarino se encaixa para a requisição da licença ambiental adequada, que pode ser por um processo simplificado ou não, apresentando o Estudo de Impacto Ambiental.

Abaixo segue a Figura 5 que apresenta um fluxograma do licenciamento ambiental de emissário submarino:

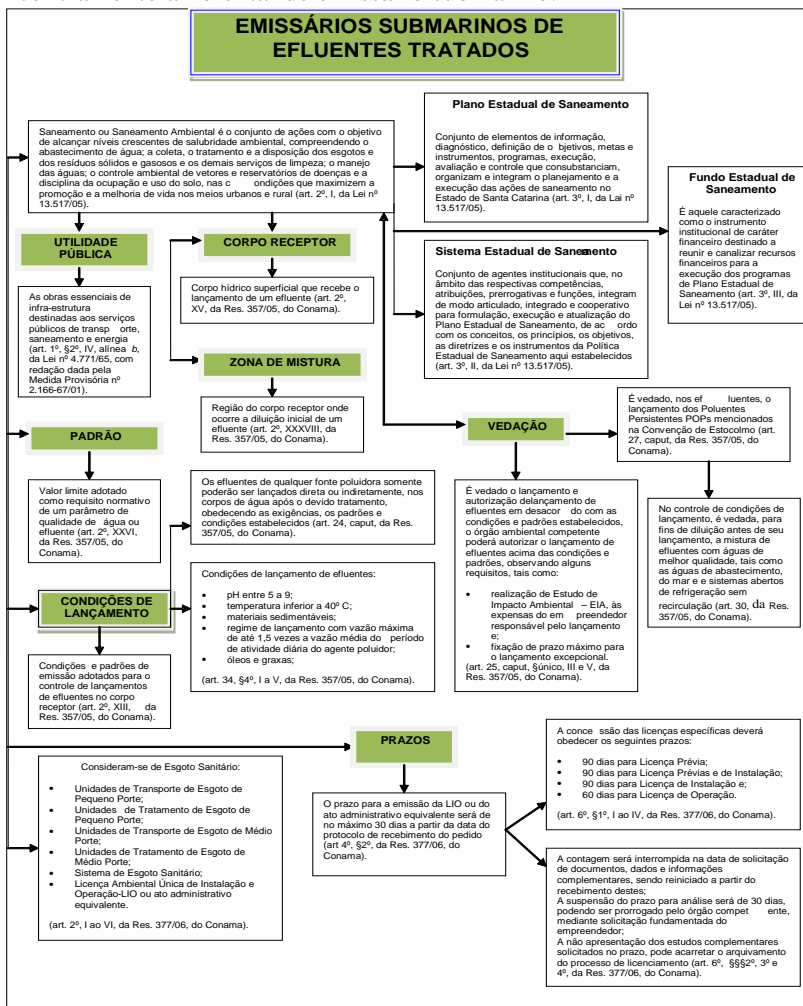


Figura 5 - Fluxograma sobre Licenciamento Ambiental para Emissários Submarinos de Efluentes Tratados. FONTE: PEREIRA (2007)

Como dito antes, no Art. 225º da Constituição Federal vigente, assegura a todos um meio ambiente ecologicamente equilibrado

e define entre outras a Zona Costeira como um patrimônio nacional. Segundo a Lei 7.661/88 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, no Art. 2º, defini zona costeira como “*espaço geográfico de interação do ar, do mar, e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo plano*”. Esta zona é formada por uma faixa marítima e uma faixa terrestre, no qual a faixa marítima se estende por 12 milhas náuticas, e a faixa terrestre como sendo o espaço compreendido pelos limites dos municípios que sofrem influencia indireta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira.

Segundo ainda a Lei 7.661/88, o Art. 6º fala que “*O licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, com alterações das características naturais da Zona Costeira, deverá observar, além do disposto nesta Lei, as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro*”.

Ainda no artigo 6º desta lei, no inciso 1º, determina que qualquer descumprimento, mesmo sendo parcial, do licenciamento previsto neste mesmo artigo, será sancionado com interdição, embargo ou demolição. E no inciso 2º comenta que para o licenciamento, o órgão competente solicitará ao responsável pela atividade a elaboração do estudo de impacto ambiental e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, devidamente aprovado, na forma da lei.

Na Lei 7.661/88, em seu Art. 10º, defini praia como sendo uma área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida subsequente de material detrítico, tal como areia, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou onde começo outro ecossistema, e no inciso 1º deste mesmo artigo estabelece que não será permitida nenhum tipo de urbanização ou qualquer uso de solo na zona costeira que impossibilite ou dificulte o acesso as praias. No Decreto 5.300/04, que regulamenta a lei 7.661/88, estabelece no seu Art. 21 que “*as praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse da segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica*”.

O sistema de disposição oceânica para o tratamento e disposição final de esgotos sanitários é importante para garantir a urbanização da região aonde será instalada, evitando o lançamento de

esgoto em redes pluviais ou em rios que deságuam em praias, assim como também a infiltração que poderia contaminar o lençol freático, como os emissários geralmente possuem uma parte que passa pela praia, é necessário garantir que os acessos a praias não sejam afetados.

Ainda sobre as leis vigentes no território nacional temos a Lei 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Em seu Art. 2º, a lei definiu unidade de conservação como sendo um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Entres os objetivos do SNUC, está a contribuição para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, assim como também tem o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais e proteger e recuperar os recursos hídricos.

O SNUC define que empreendimentos de significativo impacto ambiental devem apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação, citando a seguinte frase do artigo 36º “Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei”.

Seguindo os objetivos dessa lei já descritos dessa lei, fica clara a obrigação da compensação ambiental quando identificado através do estudo de EIA/RIMA de atividade de significativo impacto ambiental.

A compensação ambiental está regulamentada no decreto nº4340/02, que defini que o órgão ambiental responsável pelo licenciamento do empreendimento considerará apenas os impactos negativos da atividade, citando seu Art. 31º “Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei no 9.985, de 2000, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA estabelecerá o grau de impacto a partir de estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, ocasião em que considerará, exclusivamente, os impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente”.

No Art 31º desse mesmo decreto é definida a maneira de calcular o valor da compensação ambiental, e que para esse calculo é utilizado o GI (Grau de Impacto), no qual o EIA/RIMA deve conter as informações necessárias para o cálculo do GI. No decreto 6.848/09 está definida toda a metodologia para o cálculo do Grau de Impacto Ambiental (GI).

5.2.Principais Impactos Ambientais

Os impactos ambientais dos emissários submarinos dependem de vários fatores, como por exemplo, a característica do local de lançamento, ou o projeto de emissários submarinos.

Segundo o EIA/RIMA – Sistema de Disposição Oceânica de Esgotos do Jaguaribe (Março/2005), as cidades litorâneas têm de maneira geral duas maneiras para o tratamento e disposição final, que são:

- Tratamento realizado a nível secundário, com o lançamento dos efluentes da estação de tratamento em algum curso d'água com proximidade do mar. Nesse caso, quando esses corpos d'água deságuam em praias utilizadas para banho, é necessária a desinfecção final do efluente.

- Disposição oceânica dos esgotos através de emissários submarinos, precedido de um tratamento preliminar ou tratamento primário de efluentes.

Lembrando que os emissários submarinos são compostos geralmente por uma parte terrestre e outra marítima, a parte marítima é responsável pela disposição final do efluente, e é composta por uma longa tubulação aonde no final da mesma é dispersa o esgoto sanitário através de difusores que lançam o mesmo com velocidades altas no fundo do mar para que haja uma boa diluição, os difusores possuem diâmetros calculados para que seja garantida essa diluição.

De acordo com Alfredini (1999) quando um efluente é lançado ao mar forma-se uma mancha de esgoto, chamada pluma. A medida que a pluma eleva-se em direção à superfície ocorre a mistura com a água do mar e inicia-se o processo de dispersão e com o transporte pela velocidade a pluma sofre a difusão turbulenta.

Os emissários submarinos têm o objetivo de fazer a disposição final do esgoto sanitário e com a dispersão do mesmo no meio aquático,

utilizar a capacidade natural de autodepuração do oceano para assim obter uma disposição final do esgoto adequada de maneira a minimizar os impactos do mesmo.

De acordo com Gubitoso (2008), o sistema de disposição oceânica do Brasil somente são pré-condicionados, ou seja, é feita a retirada de sólidos de maior dimensão, desarenação e cloração, sendo assim toda a porção orgânica e inorgânica é depositada nos sedimentos.

Ou seja, apesar da disposição oceânica contar com a autodepuração do oceano, o esgoto sanitário coletado, normalmente, passa por uma fase de no mínimo pré-tratamento, podendo passar por tratamento primário. Nos emissários situados no litoral paulista, segundo a CETESB (2007), existem sete emissários submarinos e todos fazem a coleta do esgoto sanitário e águas pluviais, e antes de sua disposição final no fundo do mar, eles são submetidos a um pré-condicionamento, no qual o efluente passa por um gradeamento, depois por peneiras finas, e enfim submetidos a cloração, para então serem lançados no fundo do mar.

Os emissários submarinos contam com a diluição e a autodepuração para a degradação do esgoto lançado ao mar, visando à minimização dos impactos ambientais desse efluente. Segundo o EIA/RIMA – Emissários Submarinos de Esgotos Tratados do SES Ingleses (2008), os impactos ambientais da descarga do emissário ficam restritos a áreas relativamente pequenas, próximas da localização do difusor. A extensão desse impacto é função das características físicas do difusor, da descarga e do corpo receptor. Quanto maior for o grau de tratamento a que este esgoto é submetido antes de seguir para a disposição final, menor será a área da pluma no oceano e menores serão as chances dessa pluma alcançar locais de contato com seres humanos. Assim como também mais curto poderá ser o emissário submarino.

Portanto, a disposição oceânica tem por desejo causar o mínimo impacto ambiental no ecossistema aquático, e para isso os emissários submarinos contam com um tratamento prévio para que, caso haja impacto ambiental, este seja apenas no local do lançamento, sem degradar áreas significativas.

A diluição do esgoto no oceano varia de acordo com correntes marítimas do local, vazão de lançamento, profundidade, difusores utilizados nos emissários entre outros fatores. Essa diluição na saída do emissário pode ser estimada através de modelagem física e/ou computacional. A modelagem também auxilia para outros fatores

importantes além da diluição do esgoto, servindo como base para decisões.

O estudo prévio da diluição ajuda a prever o alcance da pluma de esgoto que pode ser formar, e auxiliar na decisão de qual difusor utilizar para o projeto específico, ou outros fatores que podem ser alterados para a melhor dispersão da pluma, e conseqüentemente evitar os impactos ambientais desse lançamento.

A diluição inicial ocorre na região chamada campo próximo, depende basicamente da estratificação térmica, velocidade de deslocamento, nível de turbulência da água e das características do difusor (diâmetro, quantidade de difusores, entre outros). De acordo com a CETESB (2004), é consenso entre os especialistas que um sistema difusor eficiente deve alcançar diluições na ordem de 1:100 no campo próximo.

Segundo o EIA/RIMA – Emissários Submarinos de Esgotos Tratados do SES Ingleses, a diluição inicial devido ao lançamento com velocidade alta dos difusores, somado a mistura passiva subsequente devido ao transporte causado pelo campo de correntes variável e pela difusão turbulenta e o decaimento bacteriano são responsáveis por uma rápida redução da concentração de bactérias em ordens de até 10^5 . O resultado dessa diluição, ainda segundo o mesmo EIA/RIMA, é que os impactos ambientais ficam restritos a áreas relativamente pequenas, próximas a localização do difusor.

Abaixo segue a Figura 6, um exemplo típico do comportamento do esgoto lançado ao mar por um emissário submarino, mostrando como deve ocorrer a diluição do efluente:

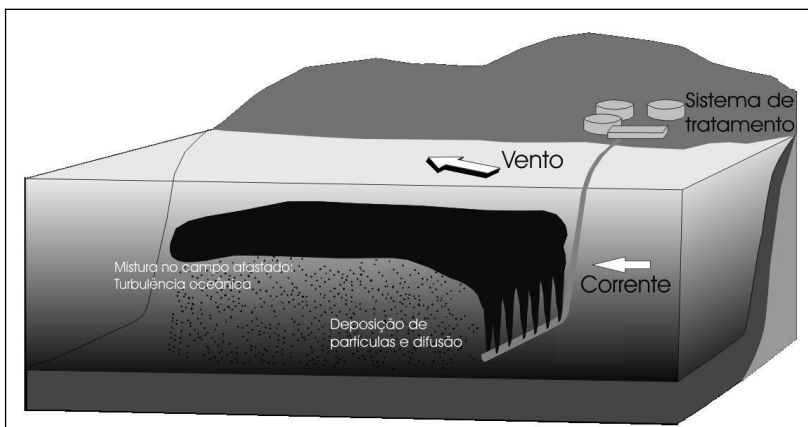


Figura 6 - Comportamento típico dos efluentes de um emissário submarino (adaptado de Roberts, 1996). Fonte: EIA/RIMA do SES Ingleses.

Existem métodos e técnicas de avaliação dos impactos que visam identificar, avaliar, e sintetizar os efeitos de um projeto nas áreas de influência ambiental do mesmo.

Uma das maneiras de determinar e classificar os impactos ambientais são através da matriz de impactos, na matriz de impactos são levados em considerações as falhas e erros do processo, as ameaças que o próprio empreendimento pode trazer devido a implantação e operação do projeto em questão além de outros fatores.

Segundo TOMMASI (1994), o método da matriz de impactos (também conhecida como Matriz de Leopold) permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos num dado projeto. É bastante abrangente, pois envolve aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos.

Há algumas características que podem ser observadas dos impactos ambientais dos emissários submarinos disposto numa matriz de impactos, como:

- **Natureza:** Identifica se o impacto é positivo ou negativo, sendo que o impacto positivo (ou benéfico) é quando resulta na melhoria da qualidade ambiental, e o impacto negativo (ou adverso), quando resulta em um dano a qualidade ambiental.
- **Magnitude:** A magnitude é definida pela extensão do efeito daquele tipo de ação sobre a característica ambiental, em escala espacial e temporal. É classificada como alta, média, ou baixa.

- Forma de Incidência: Indica se o impacto ambiental é direto ou indireto, da seguinte maneira: impacto direto é resultante de uma simples relação de causa e efeito; e o impacto indireto é resultante de uma reação secundária em relação à ação.
- Duração: Indica se o impacto ambiental em questão é temporário, permanente ou cíclico. Sendo:
 - impacto temporário: quando o efeito (impacto ambiental) tem duração determinada;
 - impacto permanente: quando, uma vez executada a atividade transformadora, o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido;
 - impacto cíclico: quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.
- Intensidade: A força com que o impacto ambiental deverá se manifestar sobre determinado compartimento ambiental.
- Abrangência (ou área de influência): Pode ser local ou regional, sendo o impacto local quando sua manifestação afeta apenas o sítio das intervenções geradoras, e o regional quando afeta toda a região, além dos sítios das intervenções geradoras.
- Reversibilidade (tempo de permanência): indica se o impacto em questão é reversível (cessada a ação, retorna às suas condições originais) ou irreversível (quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível).

De acordo com a CETESB (2007), os possíveis impactos ambientais gerados pelo lançamento do esgoto sanitário através de emissários submarinos com apenas um tratamento prévio, são entre outros: a contaminação microbiológica, o acréscimo de matéria orgânica no meio marinho, o aumento da turbidez e o enriquecimento por nutrientes, que pode levar à eutrofização.

Abaixo segue o Quadro 1, que é um exemplo de matriz com algum dos principais impactos ambientais negativos de um emissário submarino segundo a CETESB (2007):

Quadro 1 - Matriz de Impactos Negativos para um Sistema de Disposição Oceânico, Fonte: CETESB (2007). Modificado

Fator Ambiental	Descrição dos Impactos	Atributos dos Impactos Negativos					
		Fase do Empreendimento	Probabilidade de Ocorrência	Duração	Reversibilidade	Intensidade	Área de Influência
Água do mar	Aumento da Turbidez.	Implantação	Provável	Temporário	Reversível	Baixa	Local
	Alteração das características físico-químicas das águas na zona de mistura.	Operação	Provável	Permanente	Reversível	Alta	Local
	Alteração na granulometria dos sedimentos.	Implantação	Certa	Temporário	Irreversível	Alta	Local
	Alteração na granulometria dos sedimentos.	Operação	Provável	Permanente	Irreversível	Alta	Local
Ecossistema Marinho	Alterações quantitativa e qualitativa no fitoplancton.	Implantação/Operação	Provável	Permanente	Reversível	Alta	Local
	Alterações quantitativa e qualitativa no zooplâncton.	Operação	Provável	Permanente	Reversível	Alta	Local
	Alterações quantitativa e qualitativa no bentos.	Implantação/Operação	Certa	Permanente	Irreversível	Alta	Local
	Alterações quantitativa e qualitativa no ictiofauna.	Implantação/Operação	Provável	Permanente	Reversível	Média	Local
	Contaminação de organismos (peixes, moluscos, crustáceos).	Operação	Provável	Permanente	Reversível	Média	Local
Qualidade de Vida	Interferência das obras e do aumento no fluxo de veículos de carga com vizinhança.	Implantação	Certa	Temporário	Reversível	Baixa	Local
	Conflitos com usuários faixa de mar.	Implantação	Provável	Temporário	Reversível	Média	Local
	Desvalorização imobiliária no entorno da EPC.	Operação	Certa	Permanente	Irreversível	Baixa	Local
	Geração de resíduos sólidos do processo de pré-tratamento.	Operação	Certa	Permanente	Irreversível	Baixa	Local
	Eventuais vazamentos de gases (gás-cloro) na área	Operação	Provável	Temporário	Reversível	Média	Local

Como os impactos ambientais podem variar de acordo com vários fatores já mencionados anteriormente, como vazão do projeto, características da área onde será feita a disposição, e nível de tratamento do esgoto antes do lançamento, é necessário avaliar alguns emissários já

em implantação, e outros que estão na fase dos estudos para observar quais os impactos ambientais de cada caso.

O sistema de disposição oceânica do Jaguaribe, é um projeto proposto pela Empresa Baiana de Água e Saneamento – EMBASA, é um sistema composto por uma estação de condicionamento prévio, emissário terrestre e emissário submarino. O sistema proposto já está instalado, ele se localiza na cidade de Salvador-BA, no bairro Boca do Rio.

Esse sistema tem o objetivo de tratar e fazer a disposição final ao esgoto sanitário de grande parte da cidade de Salvador, e de todo o município de Lauro Freitas. A estação de pré-condicionamento segundo o RIMA – Sistema de Disposição Oceânica de Jaguaribe, contém caixas para a sedimentação da areia, e peneiras rotativas para a retenção de sólidos de até 1,5mm.

A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas ao contato primário. Sobre a balneabilidade das águas, a resolução do CONAMA nº 274 de 2000, definiu que as águas doces, salobras, ou salinas destinadas a balneabilidade (recreação de contato primário), terão sua condição avaliada nas categorias próprias e impróprias, sendo que as águas próprias são quando 80% ou mais de conjunto de amostras coletadas nas últimas cinco semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros. E será a água será classificada como imprópria quando em mais de 20% das amostras de um conjunto de amostras coletadas nas últimas cinco semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros, ou quando na última coleta o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

No EIA/RIMA de SDO do Jaguaribe foram adotadas quatro alternativas para a passagem do emissário submarino, sendo que duas delas já foram descartadas por motivos diversos, sobrando apenas o eixo 1 (Praia do Piatã) e eixo 4 (Praia dos Artista). Para avaliar o desempenho operacional dos sistemas de disposição oceânica, foram realizadas simulações da passagem da pluma de coliformes considerando os dois eixos em questão, considerando várias condições climáticas, como inverno e verão, e as diferentes marés do local.

Para simular a operação do emissário foram utilizados o RSBWIN (Simulações do campo próximo) e o SisBAHIA® (simulação de campo afastado). Para a simulação é considerado que o emissário está operando na sua capacidade máxima, com o objetivo de observar se a pluma de esgotos que sai do emissário atingiria a zona de balneabilidade

com concentração de coliformes maior que a permitida na legislação, que é de 1000CF/100ml.

Abaixo segue a Tabela 5 que mostra os parâmetros do projeto do novo emissário submarino e a do submarino existente:

Tabela 5 - Parâmetros do projeto do novo emissário utilizados no estudo das alternativas. Fonte: EIA/RIMA SDO do Jaraguá (2005).

PARÂMETROS	ALTERNATIVAS DO NOVO SDO		SDO EXISTENTE
	Eixo 1 - Praia de Piatã (Jaguaribe)	Eixo 4 - Praia dos Artistas (Boca do Rio)	Emissário do Camarogibe (Rio Vermelho)
Extensão total do emissário (m)	3.920	3.774	2.350
Extensão do difusor (m)	393	393	350
Número de difusores	78	78	70
Diâmetro dos difusores (m)	0,15	0,15	0,15
Espaçamento entre os difusores (m)	5,1	5,1	5 (alternados)
Vazão máxima (m³/s) para o ano de 2030 (final de plano)	5,9	5,9	7,7
Concentração inicial de coliformes fecais: Co (UFC/100mL)	3x10 ⁸	3x10 ⁸	3x10 ⁸
Concentração final de coliformes fecais: Cb (UFC/100mL)	1x10 ³	1x10 ³	1x10 ³
Faixa de balneabilidade (m)	300	300	300
Valor da taxa de decaimento bacteriano (T90) (minutos)	90	90	90
Diluição inicial mínima na zona de mistura ativa	1:100	1:100	1:100

Podemos observar na tabela que as alternativas consideradas no estudo de impacto ambiental, possuem uma extensão maior que a do emissário existente na localidade de Rio Vermelho, ou seja, o emissário lançará o esgoto mais afastado da praia, a fim de provavelmente evitar qualquer possibilidade de a balneabilidade da praia sofrer interferência.

Podemos observar na tabela acima que existe um valor de decaimento bacteriano (T90), ele representa o tempo necessário para que haja uma diminuição de 90% no número mais provável de coliformes fecais ativos em 100 ml de água, descontando qualquer efeito de diluição da água. Esse parâmetro é utilizado em vários estudos de dispersão da pluma de esgoto de emissários, entre eles: RIMA – Emissário Submarino de Ponta Negra, RIMA – Emissário Submarino do SES Ingleses, RIMA. Este parâmetro é importante para compreender o decaimento de microorganismos patogênicos e assim assegurar a balneabilidade das praias e locais de mergulho da região.

No caso do projeto do emissário submarino de Jaguaribe, são adotadas algumas situações e dados a fim de simular uma situação de operação extremamente desfavorável, como por exemplo, T90 variando ao longo das horas do dia e estações do ano, além de depender da profundidade do topo e espessura da pluma, com um valor máximo de 560 minutos obtidos em estudos para a baía de Guanabara, o qual ocorre durante a noite. Foi considerado também para manter as condições mais

desaforáveis que as plumas de esgoto teriam uma espessura de 10 m e topo na superfície livre, sendo que as simulações realizadas no campo próximo mostram uma pluma mais espessa e está sempre submersa, o que significa menores concentrações de coliformes e menores chances de a pluma atingir o litoral.

No estudo observou-se que a melhor alternativa seria o eixo 4, portanto abaixo segue a Figura 7, que mostra a pior diluição da pluma de esgoto da alternativa do eixo 4 na Praia dos Artista (Boca do Rio), que se dá no verão em preamar de sizígia (preamar de sizígia é a maré alta de maior amplitude verificada).

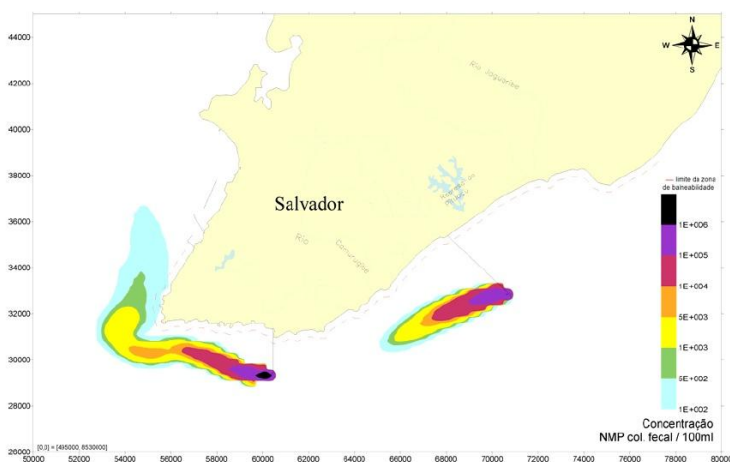


Figura 7 - T90 constante de 90 minutos: plumas do SDORV e do SDOBR durante período de verão em preamar de sizígia. Topo da pluma junto à superfície. Emissário do SDBR com comprimento original. Fonte EIA/RIMA SDO do Jaraguá (2005).

É interessante observar que o programa utilizado para o estudo da diluição da pluma de esgoto do emissário utiliza vários cenários para que se possam ter as mais variáveis condições possíveis que podem acontecer depois que instalado o emissário. Sendo assim é possível acreditar que a diluição da pluma de esgoto fique na maioria do tempo durante os anos dentro do padrão esperado, mas sempre podem ocorrer situações não previstas que comprometam o estudo, mesmo sendo pouco provável.

O estudo EIA/RIMA de SDO do Jaraguá observa sobre as praias que poderiam ser afetadas pelo emissário, de acordo com o estudo feito de diluição de esgoto não possuem suas condições de balneabilidade

comprometidas, e nem a aproximação da pluma de esgoto aconteceria, tanto na situação de inverno como na de verão. Essas considerações são feitas para um T90 constante. Já para um T90 variável, o mesmo estudo observou que principalmente na situação de inverno, a pluma de esgoto se aproxima consideravelmente da zona de balneabilidade, com a possibilidade de a pluma atingir a zona de balneabilidade em 5% do tempo durante o inverno.

Observando essa questão podemos considerar que a zona de balneabilidade com o emissário projetado praticamente não é afetada, e quase seja afetada seria em uma situação muito específica, sendo assim o impacto na balneabilidade das praias deve ser levado em consideração, porém é uma situação extrema que ainda pode ser evitada com outras ações.

O sistema de disposição oceânica de Jaguaribe contará com um emissário terrestre de aproximadamente 1.530m de extensão e um diâmetro de 1600mm, e um emissário submarino de 3.648m e um diâmetro de 1600mm, além da estação de pré-condicionamento com caixa de areia e peneira rotativa, a vazão de esgoto de final de projeto é de 5,9 m³/s. O difusor do emissário submarino terá uma extensão de 300m com 50 orifícios de 200mm de diâmetro e 1 orifício com 400mm no extremidade do difusor, a extremidade do difusor ficará a 45 metros de profundidade.

Os principais impactos ambientais previstos pelo estudo EIA/RIMA de SDO do Jaraguribe para o sistema de disposição oceânica de Jaguaribe foram divididos em meio físico, meio biótico, e meio antrópico.

Abaixo segue a Figura 8, que é a matriz de interação dos impactos ambientais do SDO do Jarguaribe:

MEIO	AÇÕES	ETAPA DE PLANEJAMENTO										ETAPA DE IMPLANTAÇÃO																ETAPA DE OPERAÇÃO										TOTAL P+I COM CORREÇÃO DE IMPACTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		ETAPA DE PLANEJAMENTO										ETAPA DE IMPLANTAÇÃO																ETAPA DE OPERAÇÃO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453

Quadro 2 - Matriz de Interação dos principais impactos de emissários submarinos.

	Ações	Etapa de Implantação			Etapa de Operação			
		Instalação de canteiro de obras	Fabricação e premontagem das tubulações e transporte para o local de instalação	Obras civis dos empreendimentos (Emissário marinho, construção de pier, transporte e lançamento do esgoto)	Tratamento preliminar da ECP	Lançamento de efluentes no mar	Monitoramento da qualidade da água - corpo receptor	Monitoramento ambiental da área
Meio Físico	Parâmetros (Oceanográficos/meteorológicos/massa de água)			Negativo				
	Tipos de Fundo	Negativo	Negativo	Positivo				
	Parâmetros físicos-químicos dos sedimentos			Negativo		Negativo	Positivo	
	Qualidades das águas			Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	Praia Dinâmica Alteração			Negativo				
Meio Biótico	Bentos de substratos não consolidados			Negativo		Negativo	Positivo	
	Bentos de substratos consolidados			Negativo		Negativo	Positivo	
	Atividade Pesqueira			Positivo		Negativo	Positivo	
	Especies de interesse para conservação							
	Fitoplâncton					Negativo	Positivo	
	Zooplâncton					Negativo	Positivo	
	Íctioplâncton					Negativo	Positivo	
	Microbiologia					Positivo		

Dos impactos ambientais do meio marinho podemos fazer algumas observações, por exemplo:

Meio Físico

- A colocação de estrutura física no fundo marinho deve causar algum impacto direto;
- A implantação da tubulação no fundo marinho deverá causar algum impacto as comunidades marinhas, porém deverá estar restrita a faixa da tubulação;
- Poderá ocorrer o aumento da biodiversidade no trecho onde será implantado o emissário submarino impactando a área positivamente;
- Dependendo da característica do material em suspensão lançado pelo emissário pode haver mudanças na granulométrica e/ou natureza do sedimento devido ao aumento do material depositado no fundo;
- Aumento da disponibilidade de nutrientes na saída do emissário submarino, podendo ocorrer a eutrofização se em excesso, ou o aumento da produção primária, o que atrairia peixes, tornando o local um pesqueiro,

porém devido aos poluentes os peixes poderiam estar contaminados;

- Aumento dos níveis atuais de carbono orgânico;
- Aumento dos níveis de metais pesados;

Meio Biótico

- O ato mecânico a ser provocado pela ação física da tração da tubulação removerá o substrato ocasionando a morte e o estresse fisiológico dos organismos atingidos, fadados à eliminação temporária de suas populações, na área de impacto;
- A tubulação instalada no fundo do mar proporcionará o surgimento de organismos sésseis (bentônicos) que não ocorrem em substratos moles, cujo as comunidades predominam na área de influencia;
- A propagação de ondas devido as explosões para abertura de valas para o assentamento da tubulação pode causar morte dos organismos na proximidade da ação. Além de que o sismo decorrente das explosões pode causar estresse fisiológico nas demais comunidades zoobentônicas;
- Fixação e crescimento de populações zoobentônicas e fitobentônicas, dando origem ao processo de sucessão ecológica com aparecimento inicial dos produtores primários;
- Redução da concentração de oxigênio dissolvido no fundo do mar devido ao aumento das atividades bacterianas, e proliferação microbiana;
- As obras de implantação do emissário submarino irão restringir a atividade pesqueira na faixa do percurso marítimo e área próxima;
- Aumento da oferta de pescado, porém é recomendada a avaliação do nível de contaminação desses peixes;

Dos principais impactos ambientais do sistema de disposição oceânica de Jaguaribe, o EIA/RIMA de SDO do Jaraguribe comenta que a qualidade de água do corpo receptor, e a balneabilidade será o componente mais impactado positivamente do meio físico marinho, enquanto os parâmetros físico-químicos dos sedimentos será o fator

mais impactante negativamente. Pode-se observar esse fator nas tabelas de matrizes de interação, onde esses dois itens citados pelo estudo afetam mais os componentes ambientais, além de que devidos aos nutrientes lançados pelo emissário é muito provável que realmente se confirme que os parâmetros físico-químicos dos sedimentos se apresentem como o mais impactado negativamente.

Com relação ao meio biótico marinho, o mesmo estudo citado no parágrafo acima, comenta que as comunidades bentônicas de fundo não consolidado e de fundo consolidado são os fatores mais impactados negativamente, e a atividade pesqueira é o componente mais impactado positivamente.

Cabe ressaltar que a atividade pesqueira será impactada positivamente, porém corre o risco de os peixes se contaminarem devido a certas características que o esgoto lançado ao mar pode apresentar, o que poderia colocar em dúvida a questão desse impacto positivo sobre a atividade pesqueira.

O RIMA – Emissário Submarino do SES Ingleses é um estudo realizado sobre um futuro emissário submarino que está em fase de licenciamento ambiental para ser construído na Praia dos Ingleses, na cidade de Florianópolis-SC, o emissário proposto pela CASAN, tem suas características descritas pelo Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Características do emissário submarino dos Ingleses.

Emissário Submarino Ingleses	
Material:	PEAD(Polietileno de Alta Densidade)
Extensão:	3300 m
Diâmetro do emissário:	450 mm
Tamanho do difusor:	40 m
Profundidade do difusor:	15 m
Número de difusores:	10 (orientados a 90°)
	(Sendo 9 de 75 mm, e 1 de 100 mm no final do emissário submarino)
Espaçamento entre os difusores:	10 m (2 difusores a cada 10m)

A tubulação passaria enterrada sob o solo marinho pelo trecho da zona de arrebentação, e após esse trecho seguiria assentado por sobre o solo marinho ancorados com peso de concreto por toda sua extensão.

O método de lançamento previsto para o emissário será por puchamento com a canalização flutuando sobre a água e submersão controlada. E o difusor foi dimensionado com essas dimensões para garantir a diluição de 1:100 a maior parte do tempo segundo o estudo. A vazão média para o final de plano é de 154 l/s

O efluente sofrerá um tratamento primário antes de ser lançado ao mar, passando por um gradeamento, uma calha parshall para medição da vazão, desarenadores, e um retentor de gordura dotado de flotor por ar difuso e tratamento de gases. O objetivo desse tratamento é a retirada de óleos e gorduras, juntamente com os sólidos de dimensões maiores que o da grade, no caso de 10 mm, e a remoção da areia.

No RIMA – Emissário Submarino do SES Ingleses foi feito o estudo da área onde futuramente se deseja implantar o emissário submarino, esse estudo levantou vários aspectos como a caracterização do meio biótico, caracterização do meio socioeconômico e por fim os aspectos oceanográficos e meteorológicos, que como dito anteriormente nesse trabalho, essas características do local é de fundamental importância para as definições de impactos ambientais possíveis. A direção das correntes marítimas do local tende ir principalmente para sudeste, e a velocidade médio da corrente na superfície é de 12,42 cm/s, enquanto no fundo essa velocidade cai para 9,6 cm/s. O RIMA em questão, ainda determinou outros fatores importantes, como direção do vento dominante, a homogeneidade da coluna da água, que apenas em curtos períodos se mostrou estratificada, além da questão da temperatura da água e marés.

Para avaliar a diluição no campo próximo, o estudo utilizou o modelo de NRFIELD que utiliza como dados de entrada característica do efluente, do difusor e característica do ambiente.

Pelo estudo realizado com o modelo de NRFIELD utilizado no RIMA do SES Ingleses, concluiu que a maior diluição inicial ocorre quando a coluna da água está homogênea e a pluma emerge. A menor diluição ocorre quando a coluna da água está estratificada, o que ocasiona o aprisionamento da pluma em meia profundidade. Segundo o modelo, quando as correntes estão muito baixas, porém a coluna de água está homogênea, a diluição atingiu a meta mínima de 100. Na situação de coluna de água estratificada, o valor médio de diluição foi de 126, porém o valor mínimo observado foi de 76, abaixo da meta.

Sobre a questão de contaminantes inorgânicos, o mesmo relatório de impacto ambiental citado anteriormente mostrou que o

nitrato, o nitrito, o nitrogênio amoniacal total estariam dentro dos padrões dentro da zona de mistura, isso levando em consideração um acompanhamento que a CASAN possui do efluente bruto que chega até as estações de tratamento de esgoto de Florianópolis, apenas o fósforo estaria acima da legislação. Abaixo segue a Tabela 6 com a legislação para esses contaminantes e o padrão da zona de mistura segundo o RIMA:

Tabela 6 - Padrões de qualidade de água para águas salinas da Resolução nº357/05 do CONAMA e da concentração no fim da zona de mistura do emissário submarino dos ingleses.

	Padrão CONAMA Classe 1	Padrão CONAMA Classe 2	Concentração no fim da zona de mistura segundo o RIMA do SES Ingleses
Nitrito	0,07	0,2	0,0013
Nitrato	0,4	0,7	0,1035
Nitrogênio Amoniacal	0,4	0,7	0,1944
Fósforo	0,062	0,093	0,0934

Todos os contaminantes inorgânicos atingem os padrões da resolução nº357/05 do CONAMA para água salinas de classe 1, exceto o fósforo que se enquadraria apenas na classe 2, porém devido a localização dos difusores os padrões a serem atendidos é o da classe 2, que seria da atividade pesqueira e esporte náuticos que podem acontecer eventualmente na zona de mistura, ou seja, o emissário atende a legislação. Ainda há de considerar que a concentração no fim da zona de mistura que o RIMA do SES Ingleses apresentou, foi realizada considerando o esgoto bruto, sem um tratamento prévio de nível primário que irá acontecer se o emissário for construído, podemos concluir então que provavelmente todos os itens da tabela estarão dentro da legislação com uma garantia ainda maior.

Para realizar a simulações hidrodinâmicas do emissário dos ingleses, o relatório de impacto ambiental utilizou o mesmo modelo computacional do EIA/RIMA de SDO do Jaraguribe, o que para este trabalho é interessante, pois a utilização do mesmo programa ajuda a comparação com mais precisão devido a utilização do mesmo método.

Abaixo segue a Figura 9 uma simulação feita típica de verão com uma alternativa de emissário com apenas 1500 metros:

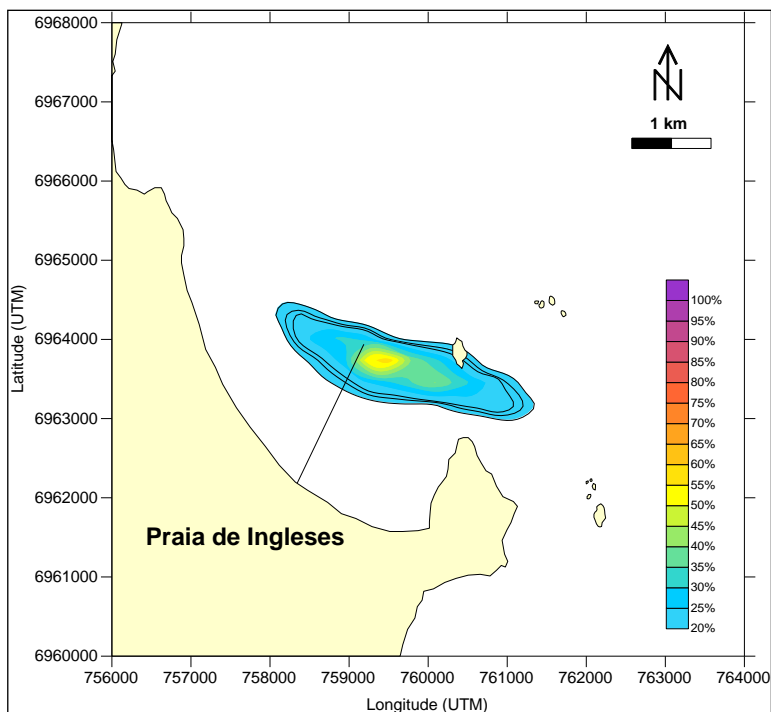


Figura 9 - Modelagem da diluição da pluma do emissário do ingleses numa situação típica de verão. Frequência de excedência superior ao 20% dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005(Cenário 1, emissário com 1500 metros). Fonte: RIMA do SES Ingleses.

Na parte azulada e amarelada os padrões exigidos pelo CONAMA não são atendidos, mostrando então que a qualidade da água no local fica comprometida. É possível notar que a mancha azul não chega perto da praia, porém quase envolve uma ilha do local, o que representa que a água em torno da ilha ficaria imprópria para o contato primário e secundário, representando assim um impacto ambiental negativo.

Em uma situação de inverno foi possível observar pelo relatório de impacto ambiental do emissário da Praia do Ingleses, que a situação fica ainda pior. Ainda segundo o relatório, o risco de uma contaminação dos banhistas no período noturno, principalmente no verão, seria um risco considerável na tanto na praia do Ingleses, como também nas praias próximas, como na praia do Santinho, isso porque de dia a luminosidade faz com que caia drasticamente a população de bactérias

coliformes, e durante a noite isso não ocorre. O risco no inverno é praticamente nulo segundo o relatório, devido a ausência de banhista na região.

Abaixo agora segue a Figura 10 situação típica de verão com o emissário de 3300 metros:

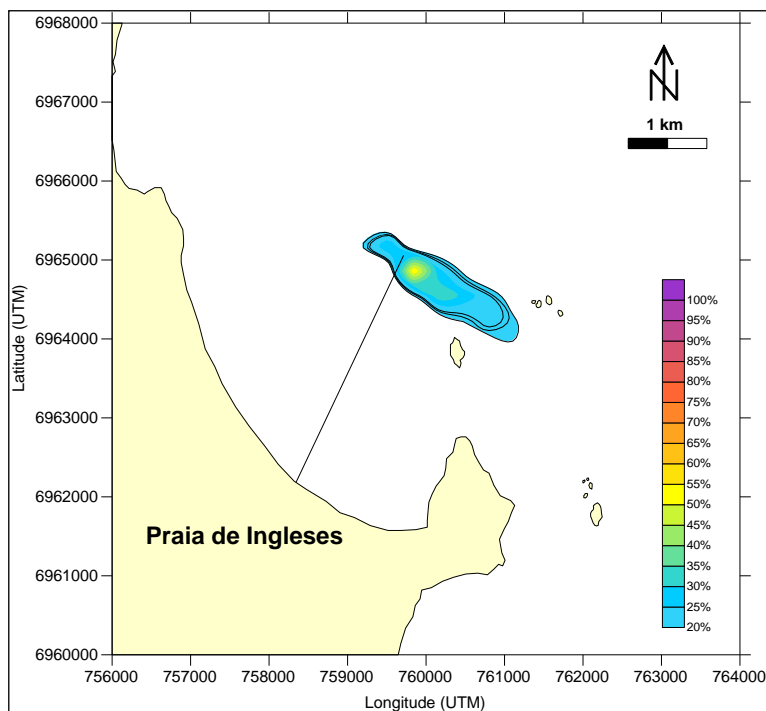


Figura 10 - Modelagem da diluição da pluma do emissário do ingleses numa situação típica de verão. Frequência de excedência superior ao 20% dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005(Cenário 1, emissário com 3300 metros). Fonte: RIMA do SES Ingleses.

Podemos observar na Figura 10, que a pluma atende a legislação em um local mais longe e satisfatório, sem causar a perda da qualidade de água na praia e nem em torno da ilha que na outra situação com o emissário de 1500 metros estaria com a água imprópria para contato primário e secundário.

Os impactos ambientais do emissário submarino em questão podem se avaliado de várias formas, abaixo segue a Tabela 7 que mostra a matriz de impactos na fase de implantação do emissário:

Tabela 7 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais da Fase de Implantação do Emissário Submarino do SES Ingleses.

Impactos Ambientais	COMPOSIÇÃO DA MAGNITUDE										ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS			
	Sentido		Forma de Incidência		Distributividade		Tempo de Incidência		Prazo de Permanência		Magnitude (1 a 5)	Intensidade (1 a 5)	Importância (1 a 5)	VRG (1 a 125)
	positivo	negativo	direta	indireta	local	regional	imediat	mediato	permanente	temporário				
Aumento da Massa Salarial	x		x		x		x			x	3	1	3	9
Aumento da Arrecadação Tributária	x		x			x		x		x	3	1	2	6
Aumento do Dinamismo Econômico	x		x			x		x		x	3	1	2	6
Ressuspensão dos sedimentos		x	x		x		x			x	-3	1	1	-3
Redução de Processos Fotossintetizantes		x		x	x			x		x	-1	1	2	-2
Redução de Habitat		x	x		x		x			x	-3	1	3	-9
Perda de Fauna Bentônica		x		x	x		x			x	-2	1	3	-6
Desconforto para a População Adjacente		x	x		x		x			x	-3	3	3	-27
Diminuição nas Atividades Econômicas Locais		x	x		x		x			x	-3	3	3	-27
Redução da área de vida de Cetáceos		x	x		x			x		x	-2	2	4	-16
Conflito com Pescadores Locais		x	x		x		x			x	-3	3	4	-36
Depreciação de Vias		x	x		x		x			x	-3	2	3	-18

Podemos observar que na fase de implantação são previsto impactos negativos e positivos, porém a presença dos impactos negativos são mais constantes e dentro dos impactos negativos é que existe os dois impactos considerados mais importantes pelo estudo de impacto ambiental. Dentro os impactos presentes na Tabela 7 acima, podemos ressaltar o conflito com pescadores locais, é interessante observa que na fase de implantação provavelmente os pescadores locais serão contra a implantação do emissário. Outro impacto é devido à restrição de parte da praia para as obras de transposição da zona de arrebentação, o que causaria um impacto negativo principalmente para a população do local, este impacto está descrito como desconforto para população local.

Na fase de operação do emissário submarino o estudo apresentou a Tabela 8, no qual apresenta a matriz com os impactos ambientais previsto:

Tabela 8 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais da Fase de Operação do Emissário Submarino do SES Ingleses.

Impactos Ambientais	COMPOSIÇÃO DA MAGNITUDE										ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS				
	Sentido		Forma de Incidência		Distributividade		Tempo de Incidência		Prazo de Permanência		Magnitude (1 a 5)	Intensidade (1 a 5)	Importância (1 a 5)	VRG (1 a 125)	
	positivo	negativo	direta	indireta	local	regional	imediate	mediato	permanente	temporária					
Melhora da Qualidade das Águas da Enseada	x		x				x		x	x		4	4	4	64
Valorização de Bens Patrimoniais	x		x				x		x	x		4	3	3	36
Aumento do Interesse Turístico	x			x			x		x	x		3	3	3	27
Aumento do Dinamismo Econômico	x			x			x		x	x		3	3	3	27
Redução de Doenças de Veiculação Hídrica	x		x		x				x	x		3	2	5	30
Melhora na Qualidade de Vida da População	x			x	x				x	x		2	3	5	30
Aumento do Potencial de Eutrofização		x	x		x			x		x		-4	3	5	-60
Redução da Qualidade dos Sedimentos		x	x			x			x	x		-3	3	3	-27
Aumento de Florações de Algas Tóxicas		x		x			x		x		x	-2	2	4	-16
Desconforto da População		x		x			x		x		x	-2	2	5	-20

A melhora de qualidade das águas da enseada descrita na Tabela 8, considera que o uso de tanques sépticos e a contaminação de rios e riachos que recebem lançamento de esgoto e acabam contaminando a praia irão diminuir consideravelmente, e com o tratamento recebido pela estação de tratamento e o lançamento do esgoto através do emissário longe da zona de balneabilidade e que considerada o tratamento do mesmo com a autodepuração do oceano, irá melhorar a qualidade das águas da enseada, o que realmente deve acontecer e com o tempo tende a melhorar.

Sobre o impacto ambiental de Valorização de Bens Patrimoniais, o estudo considera que com a melhora da qualidade das águas da enseada irá nessa valorização. Considerando que emissário é visto pela população com desconfiança, geralmente com tendência a recusar a instalação do mesmo em o local em que vivem, é provável que essa valorização não ocorra a princípio, porém conforme a qualidade da água da praia melhora, e a aceitação do emissário cresça, é possível que a valorização realmente aconteça.

Com a melhora da qualidade das águas da enseada, tanto da praia, como dos rios e dos riachos da região, a tendência é que as doenças relacionadas à água contaminada com esgoto diminuam, pois o risco de que a pessoas fiquem doente irá cair devido à redução da exposição com água contaminada, o que também influenciará na melhoria da qualidade de vida da população. A tendência com a implantação e funcionamento correto do emissário é que a qualidade de

vida das pessoas melhore, desde que esse emissário submarino e a estação de pré-tratamento funcionem de maneira correta com manutenção adequada para que todo o estudo feito para que o oceano use a autodepuração para o tratamento final do esgoto aconteça de maneira desejada.

Com relação aos impactos ambientais “aumento de potencial de eutrofização” e “redução de qualidade dos sedimentos”, é muito provável que o ocorra no ponto de lançamento do efluente no mar, já que mesmo com a autodepuração a tendência de um aumento de nutrientes e o aumento do risco da eutrofização acontece, provavelmente se restringindo a área em torno do lançamento e em direção de acordo com a corrente marinha predominante. Segundo o RIMA do SES Ingleses a corrente predominante na região do emissário submarino é na direção Sudeste, portanto é de se esperar que o principalmente para direção sudeste do emissário a mudança da qualidade dos sedimentos deve ocorrer.

O RIMA do Emissário Submarino de Ponta Negra (2008), com localização na cidade de Natal – RN é um relatório desenvolvido para o processo de licenciamento do respectivo emissário. O emissário submarino proposto seria construído no município de Natal, e atenderia vários bairros as zona sul de Natal, além de áreas do município de Parnamirim, onde antes de ser lançado ao mar, o sistema contaria com uma estação de pré-condicionamento, mais o tratamento secundário através de reator UASB e atenderia no final do projeto uma população total de 500 mil habitantes com vazão de $0,673\text{m}^3/\text{s}$. Esta estação de pré-condicionamento contaria com gradeamento, desarenadores, e milipeneiramento para a remoção de sólidos flutuantes (peneiras rotativas com abertura de 1,0mm). Abaixo segue o Quadro 4 com as características do emissário submarino de Ponta Negra:

Quadro 4 - Características do emissário submarino de Ponta Negra.

Emissário Submarino Ponta Negra	
Material:	PEAD(Polietileno de Alta Densidade)
Extensão:	2632 m
Diâmetro do emissário:	700 mm
Tamanho do difusor:	132 m
Profundidade do difusor:	15 m
Número de difusores:	36 (orientados a 90°)
	(Sendo todos de 110 mm de diâmetro)
Espaçamento entre os difusores:	3,67 m

A vazão média para final de plano é de $0,673\text{m}^3/\text{s}$. E para apresentar os possíveis impactos ambientais para a implantação e funcionamento desse emissário submarino, o EIA/RIMA do Emissário Submarino de Ponta Negra apontou as principais atividades em cada fase do projeto, e depois uma matriz com os possíveis impactos ambientais correspondentes em cada fase. Abaixo segue o Quadro 5 com as fases do empreendimento e as atividades desenvolvidas:

Quadro 5 - Atividades de cada fase do projeto do emissário submarino de Ponta Negra.

Fases do Projeto	Atividades
Planejamento	Levantamento e estudos ambientais
Implantação	Instalação do canteiro de obras, instalação do pier para a construção do emissário, e a própria instalação do emissário submarino.
Desmobilização	Desinstalação do canteiro de obras, desinstalação do pier,
Operação	Emissário Submarino com tratamento secundário.

Descrita as atividades de cada fase, o relatório de impacto ambiental do emissário em questão apresentou algumas matrizes de

impactos ambientais. A fim de fazer uma apresentação mais simples e resumida dos impactos ambientais do emissário, foi feito o Quadro 6 com os principais impactos ambientais do emissário submarino de Ponta Negra apresentados no EIA/RIMA do Emissário Submarino de Ponta Negra (2008).

Quadro 6 - Principais Impactos Ambientais do Emissário de Ponta Negra.

Fase de Planejamento		Fase de Implantação		Fase de Desmobilização		Fase de Operação	
Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
Empregos diretos e indiretos	Geração de Banco de Dados (Meio Biótico / Análise Quali-quantitativa)	Empregos diretos e indiretos	Aumento da turbidez	Alteração na Dinâmica Sedimentar	Risco de Erosão	Empregos diretos e indiretos	Aumento da turbidez
Geração de Banco de Dados (Meio Físico)	Geração de Banco de Dados (Meio Físico - ambiente transicional)	Comércio Local	Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no substrato	Alteração Morfológica	Aumento de Turbidez	Geração de Banco de Dados	Alteração físico-química das águas na zona de mistura
	Geração de Banco de Dados (Meio Antrópico / Usuários da faixa do mar - AID)		Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	Alteração na granulometria dos sedimentos	Balneabilidade	Alteração na Dinâmica Sedimentar
			Alteração na granulometria dos sedimentos	Empregos diretos e indiretos		Qualidade de vida / Saúde	Alteração na granulometria dos sedimentos
			Risco de Erosão	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade			Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton
			Alteração da paisagem				Eutrofização do Meio Aquático
			Alteração na Dinâmica Sedimentar				Alteração quantitativa e qualitativa no bentos
			Alteração Morfológica				Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema
			Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade				Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc.)
			Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema				
			Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton				
			Alteração quantitativa e qualitativa no bentos				
			Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc.)				

Analisando o Quadro 6 acima, podemos ver alguns impactos ambientais semelhantes ao de outros estudos apresentados anteriormente, e que são decorrentes na maioria dos estudos de impacto ambientais, como por exemplo, a tendência a eutrofização do meio aquático, a alteração qualitativa e quantitativa nos bentos e necton, conflitos com a comunidade, entre outros. Apesar de apresentarem certas diferenças no nome, ou na fase onde provavelmente irá acontecer o impacto ambiental, a constância de sua aparição faz crer que esses impactos provavelmente irão acontecer. Outro impacto interessante de observar é a questão da geração de banco de dados, que é muito importante para futuras pesquisas.

Para GUBITOSO (2008), que realizou um estudo geoambiental da região circunjacente do emissário submarino do Aracá, em São Sebastião – SP, no qual a CETESB realiza um monitoramento, a qualidade das águas na área de influência do emissário do Aracá não apresentou alterações significativas em relação a concentração de nutrientes ou contaminação microbiológica no momento em que foi feita a amostra para o estudo, podendo estar associado a diluição da pluma de esgotos pelas correntes marinhas.

Ainda segundo GUBITOSO (2008), os valores elevados de nutrientes indicam que os sedimentos da região circunjacente ao emissário estão em processo de enriquecimento, assim como também se observou o acúmulo de matéria orgânica em decomposição com formação de zonas anóxicas. E pra concluir, segundo o autor, os dados sedimentológicos são muito importantes, uma vez que os sedimentos representam o depósito final do material particulado e dos poluentes a eles associados, registrando em caráter mais pertinente a contaminação a qual o ecossistema aquático está sendo submetido.

É possível notar através do estudo de GUBITOSO (2008), que o emissário causa um impacto ambiental na granulometria da região, assim como também na questão dos nutrientes e dos sedimentos da região, além da possível contaminação do ecossistema da região. Impactos ambientais negativos que podem ser previstos através de estudos de impactos ambientais, assim como aconteceu no EIA/RIMA do Emissário Submarino de Ponta Negra, no do EIA/RIMA de SDO do Jaraguribe, e no EIA/RIMA do SES Ingleses.

Os impactos ambientais dos emissários submarinos podem afetar os meios físico, biótico e sócio-econômico. Os impactos podem acontecer antes mesmo de sua instalação (com a geração de banco de dados devido as pesquisas desenvolvidas), pois desde o projeto, passando por sua instalação e, chegando enfim, ao seu pleno funcionamento, são observados impactos ambientais. Estes impactos podem ser positivos ou negativos para todos nós, e sempre existindo a possibilidade de que os próprios impactos não ocorram, porém a maioria já é de conhecimento que provavelmente ocorrerão. Para determinar os principais impactos ambientais dos emissários submarinos, segue abaixo o Quadro 7, que este trabalho determinou como os principais impactos ambientais negativos possíveis de um emissário submarino de esgoto sanitário.

Quadro 7 - Principais impactos ambientais negativos de um emissário submarino.

	Principais Impactos Ambientais Negativos
Meio Físico	Eutrofização do meio aquático
	Alteração dos parâmetros físico-químico da água na zona de mistura
	Aumento da Turbidez
	Redução de Habitat
	Redução da Qualidade dos Sedimentos
	Aumento na Granulometria dos Sedimentos
Meio Biótico	Perda da Fauna Bentônica
	Aumento de Floração de algas tóxicas
	Modificação da Cadeia Trófica / Ecossistema
	Alteração no necton (ictiofauna, cetáceos, etc...)
	Contaminação de organismos (peixe, moluscos, crustáceos)
Meio Socioeconômico	Conflito com a população local e pescadores
	Desconforto da população
	Trafego
	Desvalorização imobiliária em torno da estação de pré-condicionamento
	Atividade Pesqueira
	Alteração da Paisagem

Sobre os impactos ambientais do quadro acima, foi feita algumas considerações:

- O impacto ambiental da eutrofização do meio aquático é um dos principais impactos observados em estudos de impactos ambientais e estudos de monitoramento de emissário submarino, assim como também o aumento na granulometria dos sedimentos e a redução da qualidade dos sedimentos. De acordo com a CETESB (2008), que realiza um monitoramento semanal de dois emissários submarinos do estado de São Paulo, o emissário submarino de Santos não atende a legislação sobre o nitrogênio amoniacal, o fósforo e sulfeto, apresentando concentrações acima do limite, o que demonstra que está ocorrendo um

enriquecimento por nutriente dessas águas. Ainda no monitoramento desse emissário foi detectado pela CETESB, um acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos da zona de entorno do emissário. No monitoramento do segundo emissário, o de Araçá, foi possível afirmar que o emissário está alterando a qualidade dos sedimentos. Ou seja, esses impactos são prováveis que ocorram em emissários, principalmente se o emissário não possuir um tratamento adequado antes, mesmo assim a tendência mesmo com a autodepuração considerada na hora de ser instalado um emissário, é que ocorra.

- Pelo monitoramento da CETESB do emissário de Santos, demonstra que os parâmetros físico-químicos realmente podem sofrer interferência, como no caso do emissário de Santos que apresentou um valor baixo de oxigênio dissolvido, além de que parâmetros como pH, salinidade, temperatura e substâncias dissolvidas no esgoto provavelmente serão diferentes da água do mar que receberá esse efluente, alterando esses parâmetros. Conhecendo as características do esgoto sanitário já é possível esperar certas diferenças nos parâmetros, o que pode ocasionar essa alteração nos parâmetros de qualidade das águas, inclusive com aumentando a turbidez, principalmente na zona de mistura.
- A perda da fauna bentônica é um dos impactos que está na maioria da bibliografia pesquisada, o que sugere que o emissário submarino pode ter na fauna bentônica independente das características do projeto e do meio, esse impacto deve ocorrer com a precipitação de sólidos e de substâncias sedimentáveis, o que pode formar zonas anóxicas no fundo do oceano, comprometendo a comunidade de bentos.
- A contaminação de organismo pode ocorrer devido a lançamento de substâncias tóxicas que não foram retiradas pelo pré-tratamento, sendo assim os peixes ou outros organismos podem acabar sendo contaminados com essas substâncias. Este impacto ambiental pode ocorrer em qualquer período de operação do emissário, principalmente se as características do esgoto sanitário da região mudar.

- A modificação da cadeia trófica pode ocorrer devido as mudanças dos parâmetros físicos-químicos da água, e a alteração do meio biótico. Este impacto depende de outros impactos do próprio emissário. Se o emissário não alterar os itens anteriormente citados, muito provável que ele não ocorra.
- O conflito com a comunidade e pescadores é um impacto ambiental que tem grandes possibilidades de ocorrer, principalmente pelo desconhecimento da população sobre essa alternativa de tratamento de esgoto, e pela incerteza de sua confiabilidade, é um impacto devido a não aceitação da instalação de um emissário em sua localidade, e ainda também pelo desconforto causado pela sua implantação, com a instalação de canteiro de obras, a impedimento do acesso a uma área da praia, e outros fatores do gênero.
- Outro impacto para a população é a questão do aumento do tráfego, que devido às obras irão aumentar e causarão desconforto, independente de onde será instalado o emissário esse impacto provavelmente acontecerá.
- A alteração da paisagem é um fato, o emissário submarino uma vez instalado irá mudar a paisagem do local, a pluma de esgoto que pode atingir a superfície no meio do oceano também mudará o visual da paisagem, o que pode ocasionar um impacto negativo.
- O impacto ambiental na atividade pesqueira pode ocorrer principalmente devido a zona de mistura, onde os peixes podem sofrer contaminações, ou seja, a área para pesca pode sofrer uma redução devido ao emissário submarino. Também sofre uma redução a questão do esporte aquático e lazer, que sofrerá também uma redução da área.
- A desvalorização imobiliária em torno da estação de pré-tratamento pode ocorrer principalmente por a aversão das pessoas em morar próximo ao tratamento de esgoto. É um impacto local e que só será concretizado se o emissário possuir uma estação de pré-tratamento. E também pode ser atenuada se a estação for bem operada e não emitir odores desagradáveis.

Sobre os impactos ambientais positivos, foi construído o Quadro 8 que segue abaixo.

Quadro 8 - Principais impactos ambientais positivos de um emissário submarino.

	Principais Impactos Ambientais Positivos
Meio Físico	Qualidade das águas
	Balneabilidade
Meio Socioeconômico	Saúde Pública
	Empregos direto e indireto
	Comércio Local
	Valorização de Bens Patrimoniais
	Arrecadação Tributária
	Geração de Banco de Dados
	Melhora na qualidade de vida da população

Podemos observar que para o meio biótico não devem existir impactos ambientais positivos significativos, apenas para o meio físico e meio socioeconômico, e sobre esses impactos ambientais podem ser feitas as seguintes considerações:

- A qualidade das águas é um dos mais importantes impactos positivos, com a coleta do esgoto, o pré-tratamento, e o lançamento final através do emissário com a autodepuração do mar como tratamento final longe das praias, a qualidade dos rios e riachos da região deve melhorar, assim como também a qualidade da água das praias e das águas subterrâneas, pois com a coleta a tendência é que os moradores façam a ligação de esgoto na rede de coleta, evitando o uso de tanques sépticos, ou até mesmo ligações irregulares no pluvial que acabariam contaminando rios, riachos e até a praia da região.
- A balneabilidade das praias é uma questão positiva também, os parâmetros necessários para a balneabilidade deve ser atendido nas águas próximas as praias, garantindo a balneabilidade a maior parte do tempo, é um impacto

provável, mas depende da cooperação da população em geral e do correto funcionamento do emissário submarino.

- O impacto para a saúde pública deve acontecer, os emissários submarinos tendem a deixar melhor a qualidade das águas em que a população possui o contato, diminuindo o risco de contaminação.
- Com a qualidade das águas nas praia melhorada, a tendência é que as praias antes com uma qualidade de água não tão confiável, com o tempo, tenha uma valorização dos bens patrimoniais, pois a própria balneabilidade é um dos fatores para que ocorra essa valorização. Provavelmente esse impacto ocorrerá após a confiança da população na eficiência da operação e manutenção do emissário submarino.
- A movimentação financeira para a implantação e operação do emissário submarino causará a criação de empregos diretos e indiretos, assim como uma arrecadação tributária, e até um aumento no comercio local, sendo assim um impacto positivo importante para a população da região.
- A geração de banco de dados é outro impacto ambiental importante, com os estudos feitos para a implantação do emissário, e os monitoramentos que serão feitos na qualidade de água e dos sedimentos da região é um item importante, esse banco de dados pode ser muito útil para futuras pesquisas sobre emissários, e também para outras pesquisas que precisem de dados coletados por esse monitoramento.
- A tendência com o correto funcionamento do emissário, é que a qualidade de vida das pessoas melhore, devido a todos os impactos positivos citados no Quadro 8.

5.3.Medidas Mitigadoras

As medidas mitigadoras são medidas feitas para minimizar o impacto ambiental causado por certa atividade, elas são feitas apenas para os impactos negativos, sempre buscando reduzir ou anular este impacto.

Dos impactos ambientais negativos de um emissário submarino descritos no item **5.2**, serão propostas medidas mitigadoras

com o objetivo de reduzir o mesmo, é possível que alguns impactos ambientais não possuam medidas mitigadoras.

Das possíveis medidas mitigadoras é interessante já comentar que com relação ao canteiro de obras para o emissário submarino, como medida mitigadoras, o canteiro de obra deve ser instalado num local adequado para otimizar o transporte de materiais até o canteiro e do canteiro até a obra, isso visando reduzir as locomoções desnecessárias evitando o tráfego e o incômodo a população local. O canteiro ainda deve seguir todas as recomendações da legislação para assegurar o trabalho das pessoas no local.

Outro item importante é assegurar às pessoas o mínimo de restrição de área, ou seja, providenciar travessia do pedestre devidamente iluminada e com segurança, isso para minimizar o desconforto da população e assegurar a passagem de todos evitando isolamento de áreas durante a construção do sistema de disposição oceânica.

Para evitar ou pelo menos minimizar o conflito com a comunidade local e com os pescadores, pode ser feito um programa de educação ambiental nas escolas e na sociedade em geral, a fim de explicar o que é o emissário submarino, mostrando todos os aspectos do mesmo, e a importância da coleta e tratamento do esgoto sanitário. Demonstrando assim que a tendência e a intenção da instalação de um emissário submarino é evitar a poluição das praias, rios e outros ambientes da região.

Esse programa de educação ambiental da população já auxiliaria na minimização do impacto de desvalorização imobiliária em torno da estação de pré-tratamento caso haja a mesma, que juntamente com um padrão de monitoramento rigoroso para não haver problemas durante a operação da mesma, evitando problemas que causem mau cheiro ou derramamento de efluente que visualmente causa uma sensação desagradável.

A alteração que o emissário submarino vai causar é um fato que não pode ser mudado, porém uma medida para ser adotada é a reconstituição do ambiente natural antes da instalação do emissário, como o local onde era o canteiro de obras e onde foram implantadas as tubulações devem ser reconstituído integralmente na medida do possível.

Para os pescadores e praticantes de esporte aquáticos, pode ser feito um programa de comunicação periódico com os mesmos, fornecendo dicas com referenciais de navegação informando o

afastamento que se deve manter do difusor para o exercício de atividade de pesca. Além de colocar uma bóia de sinalização na extremidade do difusor.

O aumento de turbidez da água marinha que é causado durante a implantação do emissário pode ser minimizada realizando as obras durante a época de mais calmaria das águas, além de técnicas de construção mais adequada com cada situação. Durante a operação que também pode causar aumento da turbidez, uma medida pode ser o monitoramento dos parâmetros físicos químicos da água.

A eutrofização do meio aquático, o aumento de turbidez, a redução da qualidade dos sedimentos, o aumento da granulometria dos sedimentos, podem ser minimizadas com um tratamento primário ou secundário antes do lançamento do esgoto na água. Um tratamento convencional como, por exemplo, o UASB, além da estação de pré-tratamento facilitaria a autodepuração do oceano, reduzindo consideravelmente esses impactos negativos e também a extensão do emissário. Um monitoramento dos sedimentos, da área de influencia, e da operação do emissário também pode minimizar esses impactos.

Um monitoramento de qualidade ambiental é uma medida com objetivo de verificar e acompanhar a qualidade das comunidades bióticas existente na região do emissário submarino, esse monitoramento pode ser feito em um tempo determinado que seja interessante para um controle ideal, nesse monitoramento pode ser feita a determinação quantitativa de organismo, e com esses dados de fitoplâncton, bacterioplâncton entre outros, podem ser analisados para observar e melhorar a operação do emissário submarino.

O monitoramento da comunidade bentônica e dos sedimentos é interessante também para principalmente a fase de operação do emissário, com o objetivo de sempre observa e minimizar o impacto da perda da fauna bentônica.

Sobre o impacto ambiental da contaminação de organismo como peixes e cetáceos, pode ser feita um monitoramento dos peixes, cetáceos, e moluscos da região a fim de determinar a contaminação por patogênicos, ou a contaminação por metais pesados. Sendo uma medida mitigadora preventiva.

Abaixo segue o Quadro 9 com os impactos negativos e suas respectivas medidas mitigadoras proposta por este trabalho:

Quadro 9 - Medidas mitigadoras propostas para os impactos ambientais negativos de um emissário submarino.

	Principais Impactos Ambientais Negativos	Medidas Mitigadoras
Meio Físico	Eutrofização do meio aquático	Tratamento primário e/ou secundário do esgoto antes do lançamento.
	Alteração dos parâmetros físico-químico da água na zona de mistura	Monitoramento dos parâmetros físico-químico da água na zona de mistura.
	Aumento da Turbidez	Realização da obra em época de calmaria das águas; Técnica de construção menos impactante; Monitoramento dos parâmetros físico-químico da água
	Redução de Habitat	Nenhum
	Redução da Qualidade dos Sedimentos	Tratamento primário e/ou secundário do esgoto antes do lançamento; Monitoramento dos sedimentos.
	Aumento na Granulometria dos Sedimentos	Tratamento primário e/ou secundário do esgoto antes do lançamento; Monitoramento dos sedimentos.
Meio Biótico	Perda da Fauna Bentônica	Monitoramento da comunidade bentônica.
	Aumento de Floração de algas tóxicas	Nenhum
	Modificação da Cadeia Trófica / Ecossistema	Monitoramento dos sedimentos e dos parâmetros físico-químico da água
	Alteração no necton (ictiofauna, cetáceos, etc...)	Monitoramento dos sedimentos e dos parâmetros físico-químico da água
	Contaminação de organismos (peixe, moluscos, crustáceos)	Monitoramento de peixes, cetáceos, e moluscos, para determinação da contaminação de patogênicos e metais pesados.
Meio Socioeconômico	Conflito com a população local e pescadores	Programa de educação ambiental na escolas e sociedade.
	Desconforto da população	Local adequado para o canteiro de obras; Minimizar restrição de área; Providenciar travessias seguras e iluminadas durante obra.
	Trafego	Local adequado para o canteiro de obras; Evitar transportar materiais em horário de pico.
	Desvalorização imobiliária em torno da estação de pré-condicionamento	Educação ambiental; Controle da operação correta da estação; Treinamento e capacitação dos operadores.
	Atividade Pesqueira	Programa de comunicação com periódicos; Boia de sinalização no final do difusor.
	Alteração da Paisagem	Reconstituição do ambiental natural após termino da obra.

6. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados permitem concluir que:

- Foi possível observar que os emissários submarinos causam impactos, tanto negativos como positivos, ao meio físico, biótico e sócio-econômico.
- Os impactos negativos se dão em sua maioria no meio físico e biótico devido ao lançamento do esgoto, e podem ser minimizados implantando medidas mitigadoras quando possível.
- A maioria das medidas mitigadoras é destinada ao monitoramento, ou seja, é difícil reduzir os impactos se não houver um tratamento de caráter mais avançado antes do lançamento.
- O impacto ambiental mais observado na bibliografia pesquisada, tanto em estudos ambientais de emissários ainda não instalados, como nos estudo de monitoramento de emissários já instalados a alguns anos, mostram que os sedimentos é a parte mais afetada pelo lançamento de esgoto através de um emissário.
- A qualidade de água geralmente fica comprometida apenas na zona de diluição. A água das enseadas onde são instalados os emissários submarinos tende a ter uma melhora em sua qualidade.
- O emissário submarino é uma alternativa viável para as cidades litorâneas, porém o monitoramento ambiental deve ser rígido. Um emissário com tratamento secundário é o mais indicado para a minimização dos impactos ambientais, mas deve-se observar sua viabilidade.
- Não existe uma legislação própria para emissários submarinos, apenas legislação que controlam o lançamento. Seria interessante uma legislação mais específica para os mesmo.

- As características ambientais podem fazer com que os impactos ambientais mudem de acordo com o local onde será implantado o emissário, e levar a pluma de esgoto para a direção que geralmente segue a das correntes marinhas. A localização do emissário deve se preocupar com essa direção para que a pluma de esgoto não alcance a zona de balneabilidade.
- A legislação garante a obrigatoriedade dos estudos ambientais necessários para que os emissários submarinos comprometam menos a qualidade do meio ambiente. Estes estudos ambientais independem do porte do emissário submarino.
- A Resolução do CONSEMA nº003/2008 lista o lançamento de esgoto bruto como sendo uma atividade que necessita de EIA/RIMA, esses mesmo precisam de vários itens como diagnostico ambiental da área de influência, entre outros.
- Para licenciamento ambiental de um emissário submarino é necessário a emissão de três licenças ambientais: Licença Prévia, Licença de Instalação, e Licença de Operação, que são concedidas respectivamente com a apresentação dos estudos ambientais pedidos pelo órgão ambiental, e pelo cumprimento das exigências feitas na fase anterior.
- Os impactos ambientais positivos produzidos pelos emissários submarinos são principalmente no meio socioeconômico, destacando-se a melhora na qualidade de vida, os empregos diretos e indiretos, a geração de banco de dados, e a saúde pública.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- ALFREDINI, Paolo; ROMA, Maria Carolina Bottino. *As Condiçantes Referentes à Hidráulica Marítima na Disposição Oceânica de Esgoto do Emissário Submarino de Santos e São Vicente na Baía de Santos*. São Paulo: Escola Politécnica da Usp, 1999. 21p.
- BARROS, R. T. de V. et al, *Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios, volume 2*. 1995, 221p.
- BRASIL. *Constituição da Republica Federativa do Brasil*. Brasília: Senado, 1988.
- BRASIL. *Decreto Presidencial 4.340* de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências.
- BRASIL. *Decreto Presidencial 5.300* de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
- BRASIL. *Decreto Presidencial 6.848* de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
- BRASIL. *Decreto Presidencial 99.274* de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902 e a Lei nº 6.938, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
- BRASIL. *Lei nº 6.938* de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- BRASIL. *Lei nº 7.661* de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

- BRASIL. *Lei nº 9.433* de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

- BRASIL. *Lei nº 9.985* de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento. 3ed.* Brasília: FUNASA, 2004. 374p.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. *Caderno Setorial de Recursos Hídricos: Saneamento.* Brasília: ANA, 2006. 67p.

- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.* Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 397p.

- BRASIL. Resolução CONAMA nº001, de 23 de janeiro de 1986.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº237*, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº357*, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº377*, de 9 de outubro de 2006. Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário.

- SANTA CATARINA. *Lei nº14.675* de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

- CAMPOS, J.R. (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999.
- CETESB 2004. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2004*. Série relatórios, CETESB, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- CETESB 2007. *Relatório de monitoramento de emissários submarinos*. Série relatórios, CETESB, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo. 2007.
- CETESB 2007. *Emissários Submarinos: Projeto, Avaliação de Impacto Ambiental e Monitoramento*. CETESB, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo. 2007.
- De ALMEIDA, J. R. e BASTOS, A. C. S. *Licenciamento Ambiental Brasileiro no Contexto da Avaliação de Impactos Ambientais*. In: Da Cunha, S.B. e GUERRA, A. J. T.(orgs). *Avaliação e Perícia Ambiental*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999. 266p.
- GEOHIDRO – HIGESA. *Sistema de disposição oceânica de esgotos do Jaguaribe*. EIA/RIMA. 2005.
- GIL, ANTONIO CARLOS. *Como elaborar projetos de pesquisa*. SãoPaulo: Atlas, 2002. 175p.
- GUBITOSO, S. ; DULEBA, W et al. *Estudo geoambiental da região circunjacente ao emissário submarino de esgoto do Araçá, São Sebastião (SP)*. Revista Brasileira de Geociências, v. 38, 2008. 467-475p.
- IDEMA. *Instruções Técnicas para Apresentação de Projetos de Emissários Submarinos de Efluentes Líquidos – Licença de Instalação (LI) -*. Rio Grande do Norte, 2006.

- IDEMA. *Instruções Técnicas para Apresentação de Projetos de Emissários Submarinos de Efluentes Líquidos – Licença de Prévia (LP)* -. Rio Grande do Norte, 2006.
- IDEMA. *Instruções Técnicas para Apresentação de Projetos de Emissários Submarinos de Efluentes Líquidos – Licença de Regularização de Operação (LRO)* -. Rio Grande do Norte, 2006.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 1995, 932p.
- LEMAIRE, F. C. & LEMAIRE, E. *Dictionnaire de l'environnement*. Verviers, Marabout, 1975.
- MATTAR, F.N. *Pesquisa de Marketing*, Atlas, São Paulo, 1996.
- OLIVEIRA, A. I. de A. *Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.
- ORTIZ, J. P.; FORTIS, R. de M. *Técnicas construtivas de emissários submarinos utilizando sistemas difusores*. In: Congresso Latinoamericano de Hidráulica, 2004. Anais. Campinas: UNICAMP, 2004.
- RDH – RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DE 2006. PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <www.pnud.org.br>. Acessado em: novembro de 2009.
- START. *Estudos complementares ao Estudo de Impacto Ambiental da Implantação do Emissário Submarino na Zona Sul de Natal*. Rio Grande do Norte, 2009.
- THEODORSON, G.A; THEODORSON, A.G. *A modern dictionary of sociology*. New York: Crowell, 1970.
- TOMMASI, L. R.. *Estudos de Impacto Ambiental*. CETESB: Terragraph Artes e Informática. São Paulo, 1994.

- UNIVALI. *Relatório de Impacto Ambiental para Emissários Submarinos de Esgoto Tratado do SES Ingleses (Praia de Ingleses)*. RIMA. Santa Catarina, 2008.
- VON SPERLING, MARCOS. *Princípio de tratamento biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Minas Gerais: ed. Segrac, Vol 1, 2005. 240p.
- WILKINSON, D. L. WAREHAM, D.G. *Optimization Criteria for Design of Coastal City Wastewater Disposal Systems*". *Proc. Clean Sea 96*. Toyohashi, 1996.